

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Российский государственный профессионально-
педагогический университет»

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КОРПУС ГИДРОЦИЛИНДРА
ШИБЕРГОВОГО ЗАТВОРА»

Дипломный проект по направлению 44.03.04 Профессиональное
обучение (по отраслям) профиля подготовки «Машиностроение и
металлообработка» профилизации «Технологии и оборудование
машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 572

Екатеринбург 2017

					ДП 44.03.04.572 ПЗ						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	Совершенствование технологического процесса механической обработки детали «Корпус гидроцилиндра шиберного затвора»			Лит.	Лист	Листов	
Разраб.		Лелекова К.А.								3	
Провер.		Башикова						ФГАОУ ВО, ИИПО, каф.ТМС			
Реценз											
Н. Контр.		Суриков									
Утверд.		Бородин									

Министерство образования и науки РФ Федеральное государственное
автономное образовательное учреждение высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический
университет»

Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра технологии машиностроения, сертификации и методики
профессионального обучения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой ТМС
_____ Н.В.Бородина
«___» _____ 20__ г.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ

«КОРПУС ГИДРОЦИЛИНДРА ШИБЕРГОВОГО ЗАТВОРА»

Пояснительная записка к дипломному проекту
по направлению 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)
профиля подготовки «Машиностроение и металлообработка»
специализации «Технологии и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 572

Исполнитель:
студент группы ЗТО-501

К.А. Лелекова

Руководитель:
ст. преподаватель

С.А. Башкова

Екатеринбург 2017

					ДП 44.03.04.572 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

РЕФЕРАТ

Дипломный проект содержит 107 листов машинописного текста, 40 таблиц, 18 использованных источников, приложения на 17 листах, графическую часть на 7 листах. Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, СТАНОК С ЧПУ, УПРАВЛЯЮЩАЯ ПРОГРАММА, РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ, НОРМЫ ВРЕМЕНИ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ. В дипломном проекте усовершенствован технологический процесс механической обработки детали «Корпус гидроцилиндра шибера затвора» с ориентацией на возможности станка с ЧПУ T7AM. Используются режущие инструменты фирмы Sandvik Coromant и выбраны рекомендуемые режимы резания. Для одной операции разработан фрагмент управляющей программы. В методической части дипломного проекта проанализирован профессиональный стандарт «Оператор-наладчик обрабатывающих центров» и представлена разработка занятия для переподготовки токарей 4 разряда на операторов станков с ЧПУ 3 разряда. В экономической части дипломного проекта выполнен расчет экономической эффективности от совершенствования базового тех процесса.

					ДП 44.03.04.572 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

СОДЕРЖАНИЕ

РЕФЕРАТ.....	2
ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ.....	6
1.1. Назначение и технические характеристики детали.....	6
1. 2. Анализ технологичности конструкции детали.....	8
1.3. Формулировка основных технологических задач.....	11
1.4. Анализ базового технологического процесса.....	11
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	15
2. 1. Определение типа производства.....	15
2.2. Выбор заготовки и методов её получения.....	16
2.3. Выбор технологических баз и разработка схем базирования.....	20
2.4. Разработка технологического маршрута обработки детали.....	21
2.5. Выбор и описание металлорежущего инструмента.....	26
2.6. Выбор и описание технологической оснастки.....	33
2.7. Расчет припусков на механическую обработку.....	34
2.8. Назначение режимов резания.....	37
2.9 Расчет технических норм времени.....	38
3. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ.....	43
3.1. Фрагмент управляющей программы.....	43
4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	52
4.1. Техническое описание разрабатываемого мероприятия.....	52
4.2. Расчет капитальных затрат.....	52
4.3. Расчет технологической себестоимости детали.....	56
4.4. Затраты на электроэнергию.....	61
5. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	73
5.1. Вводная часть.....	73

5.2. Описание условий обучения в НОЧУ ДПО «Институт опережающего образования.....	74
5.3. Анализ профессионального стандарта.....	78
5.4. Разработка учебно-тематического плана.....	83
5.3. Анализ содержания темы.....	88
5.4. Разработка плана учебного занятия.....	93
5.5. Разработка методического обеспечения.....	101
Заключение методической части.....	104
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	105
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	106
Приложение А – Лист задания на дипломирование.....	108
Приложение Б – Перечень графических материалов.....	109
Приложение В – Комплект технической документации.....	110
Приложение Г- Презентация нового материала.....	111

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение всегда являлось одной из главных отраслей народного хозяйства, оно постоянно совершенствуется и модернизирует станки, машины и другие механизмы. Важнейшим направлением в машиностроении является выбор таких заготовок, которые являются экономичными по форме и в результате дающие наименьшие технологические отходы.

В настоящее время заготовки получают с очень высокой степенью точности, в таком случае понятие «заготовка» детали и деталь практически совпадают- этим и обусловлена актуальность темы данного проекта.

Предпосылками перехода к таким видам производственных процессов как: непрерывно-поточное и поточное, являются мероприятия по сосредоточению технологических операций, в результате чего сокращается производственный цикл, повышается производительность труда, а также сокращаются размеры производственных площадей.

Применение в производственных процессах обрабатывающих центров – одно из прогрессивных направлений для автоматизации металлообработки на предприятиях, повышающее производительность в несколько раз, сокращающее материальные и трудовые затраты, и облегчающее монотонный труд рабочих.

Принятие решения в данном проекте по выбору методов получения заготовки, варианта технологического процесса, оборудования, оснастки производится на основе технологических анализов и технико-экономических расчетов, что дает возможность предложить наиболее оптимальный вариант.

Целью дипломного проекта является совершенствование технологического процесса механической обработки детали.

Задачами дипломного проекта являются:

1. Проанализировать исходные данные о детали

2. Предложить вариант технологического процесса механической обработки детали

3. Разработать технологические операции предложенного варианта технологического процесса.

4. Разработать управляющую программу обработки детали.

5. Выполнить экономические расчеты для технологического процесса.

6. Разработать методическую часть проекта.

Для решения данных задач в проекте предлагается применение прогрессивного оборудования (токарный станок с ЧПУ) в рамках среднесерийного производства.

					ДП 44.03.04.572 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1. Назначение и технические характеристики детали

Деталь «Корпус гидроцилиндра шиберного затвора» используется в сборке гидроцилиндра стопорного механизма шиберного затвора ДСП. 6 отверстий Ø22 на фланце корпуса предназначены для крепления на корпус шиберного затвора через кронштейн. Отверстие Ø16H7 на фланце корпуса предназначено для центровки с помощью штифта резьбового. 2 канавки Ø58,6H11 и Ø61H11 предназначены для уплотнения штока гидроцилиндра. 8 резьбовых отверстий M12-7H на торце корпуса предназначены для крепления крышки гидроцилиндра. К 2 отверстиям Ø8 крепятся штуцера при помощи сварки и предназначены они для подачи гидравлической жидкости. Внутренняя поверхность корпуса Ø 90H7 и длиной 100 предназначена для перемещения штока гидроцилиндра.

Деталь «Корпус гидроцилиндра шиберного затвора» изготавливается из стали 3 ГОСТ 380 – 2005

Приведем в таблице 1 химический состав данной стали.

Таблица 1 - Химический состав стали Ст3 ГОСТ 380 – 2005

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As
0.14 - 0.22	0.15 - 0.3	0.4 - 0.65	до 0.3	до 0.05	до 0.04	до 0.3	до 0.008	до 0.3	до 0.08

Таблица 2 - Механические свойства стали 3 ГОСТ 380 – 2005

δт МПа	Δв МПа	Ψ %	α Дж/см ²	НВ 10 ⁻¹
370-490	205-255	23-26	24	131 МПа

Технологические свойства стали 3 ГОСТ 380 – 2005

- свариваемость- без ограничений;
- флокеночувствительность- не чувствительна
- склонность к отпускной хрупкости- не склонна

Данный материал выбран из соображений экономии (т.к. при порывах металла из дуговой сталеплавильной печи «корпус гидроцилиндра» выходит из строя) и оптимально подходит для данной детали и для условий его работы.

1. 2. Анализ технологичности конструкции детали

Анализ технологичности конструкции изделия производится с целью повышения производительности труда, снижения затрат и сокращения времени на технологическую подготовку производства.

Технологический анализ детали проводят как качественный, так и количественный.

Качественный анализ детали

Конфигурация детали и материал, из которого она изготовлена, позволяет применять наиболее прогрессивные заготовки, сокращающие объем механической обработки.

При конструировании детали использовались простые геометрические формы, позволяющие применять высокопроизводительные методы обработки. Предусмотрены удобные и надежные технологические базы.

Достоинства:

- обеспечена достаточная жесткость детали;
- предусмотрена возможность удобного подвода жесткого и высокопроизводительного инструмента к зоне обработки детали;
- обеспечен свободный вход и выход инструмента из зоны обработки;
- имеются достаточные по размерам и расстоянию базовые поверхности;

					ДП 44.03.04.572 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

- деталь имеет достаточную жесткость, что не ограничивает режимы резания

- деталь допускает обработку поверхностей на проход;

Недостатки:

- конструкция детали имеет глухие резьбовые отверстия, что потребует дополнительной специальной оснастки для механической обработки.

При качественном анализе положительных характеристик больше чем отрицательных, поэтому можно считать, что конструкция детали технологична.

Количественный анализ

Коэффициенты точности обработки и коэффициенты шероховатости определяются в соответствии с ГОСТ 18831-73. Для этого необходимо рассчитать среднюю точность и среднюю шероховатость обработанных поверхностей. Данные по деталям сведём в таблицы 3 и 4, в которых T_i - квалитеты, $Ш_i$ - значение параметра шероховатости, n_i – количество размеров или поверхностей для каждого квалитета или шероховатости, $Ш_{ср}$ - среднее значение параметра шероховатости обрабатываемых поверхностей, $T_{ср}$ - средний квалитет точности обработки, коэффициент шероховатости поверхности – $K_{ш}$.

Коэффициент точности определим по [2. с. 227], а результаты занесём в таблицу 3.

Таблица 3 – определение коэффициента точности

T_i	n_i	$T_i \cdot n_i$
7	10	70
8	1	8
11	2	22
12	46	552

$$\sum n_i = 59;$$

$$\sum T_i \cdot n_i = 652.$$

$$T_{ср} = \frac{\sum T_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{652}{59} = 11,6 \quad (1)$$

$$K_{T=1} = 1 - \frac{1}{T_{cp}} = 1 - \frac{1}{11,6} = 0,913 \quad (2)$$

Коэффициент точности приближается к единице (0,913), что подчеркивает сравнительно высокую точность механической обработки

Коэффициент шероховатости определим по [2. с. 229], а результаты занесём в таблицу 4

Таблица 4 – Определение коэффициента шероховатости

Ш _i	n _i	Ш _i *n _i
0.4	1	0.4
1.6	1	1.6
2.5	7	17.5
3.2	10	32
6.3	36	226.8
Σn _i =55		ΣШ _i *n _i =278.3

$$Ш_{cp} = \frac{\sum Ш_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{278,3}{55} = 5.06 \quad (3)$$

$$K_{Ш} = 1 - \frac{1}{Ш_{cp}} = 1 - \frac{1}{5,06} = 0,802 \quad (4)$$

Коэффициент шероховатости также близок к единице (0,802), что в свою очередь говорит о сравнительно высоких требованиях к шероховатости обрабатываемых поверхностей.

Коэффициент использования материала:

$$K_M = \frac{K_{DET}}{K_{ЗАГ}} = \frac{17}{45,7} = 0,37 \quad (5)$$

В целом деталь является технологичной. Низкий коэффициент использования материала говорит о том, что базовый вариант получения заготовки не оптимален (прокат круглый), его следует заметить на другой вид заготовки, с учётом типа производства (например – литье).

1.3. Формулировка основных технологических задач

Основные технологические задачи:

- Обеспечить точность размеров:

7-ой квалитет - 8-и резьбовых отверстий M12, 1-го отверстия $\varnothing 90$, 1-го отверстия $\varnothing 16$;

8-ой квалитет - 1-го отверстия $\varnothing 50$;

11-ый квалитет – 1-ой канавки $\varnothing 58,6$, 1-ой канавки $\varnothing 61$;

12-ый квалитет - все остальные размеры

- Обеспечить качество поверхностей:

Ra 0,4 - 1-го отверстие $\varnothing 90$;

Ra 1,6 - торцевой поверхности рабочей камеры гидроцилиндра;

Ra 2,5 - торцевые и цилиндрические поверхности канавок, 1-го отверстия $\varnothing 50$;

Ra 3,2 – 8-ми резьбовых отверстий M12-7H, 1-го отверстия $\varnothing 16H7$, торцевой поверхности корпуса гидроцилиндра (крепление крышки корпуса);

Ra 6,3 - все остальные размеры.

- Обеспечить допуски формы поверхности:

Отклонение от цилиндричности 0,016 – рабочей поверхности корпуса

Отклонение от перпендикулярности 0,02 – торцевой поверхности корпуса, внутренней торцевой поверхности рабочей камеры.

Отклонение от соосности 0,025 – отверстия $\varnothing 50$ (поверхность соприкасаемая со штоком), канавок под уплотнения.

1.4. Анализ базового технологического процесса

Характеристика технического процесса

По признакам технического процесса относят:

по числу охватываемых изделий – среднесерийный;

по назначению – рабочий;

по документации – маршрутный.

Анализ маршрута обработки детали

					ДП 44.03.04.572 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

В данном технологическом процессе последовательность механической обработки соответствует общепринятым этапам построения технологического процесса. Заводской технологический процесс приведён в таблице 5.

Таблица 5 – Заводской тех. процесс механической обработки детали

№ операции	Наименование операции	Оборудование
1	2	3
005	Токарная	16K20
010	Токарная	16K20
015	Фрезерная	6P12
020	Слесарная	Стол
035	Токарная	16K20
040	Слесарная	Стол
045	Разметка	
050	Фрезерная	6P12
055	Фрезерная	6P12
060	Слесарная	Стол
065	Слесарная	Стол
070	Токарная	16K20
075	Слесарная	Стол
080	Слесарная	Стол
085	Токарная	16K20
090	Фрезерная	6P12
095	Слесарная	Стол
105	Радиально-сверлильная	2H55
110	Радиально-сверлильная	2H55
115	Радиально-сверлильная	2H55
120	Радиально-сверлильная	2H55
125	Радиально-сверлильная	2H55
130	Шлифовальная	3M125
145	Шлифовальная	3M125
150	Маркирование	Стол
155	Ультразвуковая обработка	
160	Контроль	Стол

Недостатки базового технологического процесса.

В базовом технологическом процессе механической обработки детали используют универсальное оборудование, универсальный режущий и мерительный инструмент.

Для условий среднесерийного производства необходимо применить более прогрессивные методы обработки, современные высокопроизводительные станки и более прогрессивный режущий инструмент.

В технологии производства детали целесообразно соблюдать принцип постоянства баз, так как при смене баз в ходе технологического процесса точность обработки снижается из-за погрешности взаимного расположения новых и применявшихся ранее технологических баз. Однако в базовом технологическом процессе применялись несколько комплектов технологических баз. Подобные допущения возможно объяснить большим количеством операций, переустановов заготовки, т.е. износом поверхностей, принятых в качестве технологических баз, а также невозможностью обработки некоторых поверхностей на применяемом оборудовании с одних и тех же баз.

Для обработки детали используется специальный и стандартный режущий инструмент (резцы, фрезы, сверла, зенкеры и пр.); стандартный и специальный контрольный инструмент (штангенциркуль, калибры-пробки, шаблоны, контрольные приспособления). Среди применяемых марок материала для режущего инструмента были использованы кроме быстрорежущих сталей и некоторые марки твердых сплавов.

Назначенные режимы резания обеспечивают заданную точность обработки, но недостаточно экономически выгодны, что обусловлено применяемым материалом режущего инструмента.

Достоинства технологического процесса

По мощности и точности оборудование и вся технологическая оснастка в базовом технологическом процессе вполне удовлетворяет требованиям, предъявляемым, к детали и позволяет производить обработку в условиях соответствующих среднесерийному производству.

Базовый технологический процесс вполне соответствует среднесерийному типу производства. В таблице 6 приведем сравнение базового и проектируемого технологических процессов.

Таблица 6 – Сравнение технологических процессов механической обработки

Заводской ТП	Проектируемый ТП
Токарная Тшт=3.4	005 Токарная на станке ЧПУ Тшт=18.79
Токарная Тшт=2.5	
Координатно-расточная Тшт=3.1	
Фрезерная Тшт=4	
Токарная Тшт=4.8	
Фрезерная Тшт=5.1	
Фрезерная Тшт=5.3	
Координатно-расточная Тшт=3.6	
Токарная Тшт=4.2	
Координатно-расточная Тшт=4.2	010 Токарная на станке с ЧПУ Тшт=12.3
Токарная Тшт=3.8	
Фрезерная Тшт=4.9	
Координатно-расточная Тшт=5.3	
Координатно-расточная Тшт=5.9	
Координатно-расточная Тшт=6.1	
Координатно-расточная Тшт=5.9	
Координатно-расточная Тшт=6.3	
Токарная Тшт=4.3	ΣТшт=31.1
ΣТшт=78.4	

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2. 1. Определение типа производства

Тип производства характеризуется соотношением массы детали к годовой программе.

Таблица 7 - Зависимость типа производства от объема выпуска (шт.) и массы детали

Масса детали, кг.	Тип производства				
	единичное	Мелко-серийное	среднесерийное	крупносерийное	массовое
< 1,0	<10	10 - 2000	1500 - 100 000	75 000 - 200 000	200000
1,0-2,5	<10	10 - 1000	1000 - 50 000	50 000 - 100 000	100000
2,5-5,0	<10	10 - 500	500 - 35000	35 000 - 75 000	75000
5,0-10	<10	10 - 300	300 - 25000	25 000 - 50 000	50000
>10	<10	10 - 200	200 - 10000	10000 - 25000	25000

При массе детали $m_d=17$ кг и годовой программе выпуска $N=2000$ шт., примем тип производства - среднесерийное.

Среднесерийное производство характеризуется ограниченной номенклатурой изделий, изготавливаемых периодически повторяющимися партиями, и сравнительно большим объемом выпуска, в сравнении с единичным производством.

В среднесерийном типе производства используется универсальное, Специализированное и частично специальное оборудование. Широко используются станки с ЧПУ, обрабатывающие центры и находят применение гибкие автоматизированные системы станков с ЧПУ.

Технологическая оснастка в основном универсальная. Большое распространение имеет универсально-сборная, переналаживаемая и специальная технологическая оснастка, позволяющая существенно повысить коэффициент оснащенности серийного производства.

В качестве исходной заготовки используется горячий и холодный прокат, литье в землю и под давлением, точное литье, поковки и точные штамповки и прессовки.

Требуемая точность достигается как методами автоматического получения размеров, так и методами пробных ходов и промеров с частичным применением разметки.

Средняя квалификация рабочих выше, чем в массовом производстве, но ниже чем в единичном. Себестоимость продукции – средняя.

2.2. Выбор заготовки и методов её получения

Исходные данные:

- масса детали 17 кг;
- габариты детали: Ø192x195мм.
- материал – сталь Ст3 ГОСТ 380 – 2005
- годовое число отливок 2000 шт.

В современном машиностроении выделяют следующие виды заготовок:

- получаемые литьем (отливки);
- получаемые обработкой давлением (кованые и штампованные заготовки);
- заготовки из проката (получаемые отрезкой);
- сварные и комбинированные заготовки;
- получаемые методами порошковой металлургии;
- резка и пр.

Главными факторами, от которых зависит выбор технологического процесса получения заготовки, являются следующие:

- конструктивные формы готовой детали;
- материал, из которого должна быть изготовлена деталь;
- размеры и масса заготовки;
- количественный выпуск деталей в единицу времени и объемы партий;

- стоимость полуфабриката, используемого для получения заготовки;
- себестоимость заготовки, полученной выбранным способом;
- расход материала и себестоимость превращения заготовки в готовую деталь.

Учитывая заданный материал – сталь Ст3, для требуемой точности изготовления заготовки - для данного корпуса я выбираю способ получения заготовки – литье.

Рассмотрим технические возможности различных способов штамповки в таблице 8.

Таблица 8 - Способы литья

Способ литья	Максимальная масса отливки, кг	Максимальный размер, мм	Минимальная толщина стенки, мм	Максимальный диаметр отверстия, выполняемые стержнем, мм	Литейный уклон, градусы	Минимальный радиус закругления сопрягаемых стенок, мм	Класс размерной точности	Припуски на обработку, мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Под низким давлением	100	800	2	8	0,5-1	2	7Т-11Т	1,5-4
В кокиль	2000	2000	3	8	0,5-1,2	3	7Т-11Т	1,5-8
По выплавляемым моделям	30	1000	1	5	1-2	5	6-10	0,2-0,7
В оболочковые формы	200	1500	3	6	1-2	5	9Т-13	2-8

Окончание таблицы 8.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
В песчаные формы	250000	20000	3	8	0,5-3	5	8-13т	2-14

Свойства и краткие характеристики способов литья:

- Литье в песчаные сырые, подсушиваемые, химически – твердеющие и сухие формы применяют в единичном, мелкосерийном и серийном производствах. При крупносерийном и массовом производстве применяют литье в сырые песчаные формы, изготавливаемые на формовочных машинах или автоматических линиях. Наиболее экономичен способ изготовления отливок в сырых формах, т.к. в этом случае не требуется площадь для установки сушильных агрегатов и складирования форм перед сушкой и дополнительный расход топлива. Внутренние полости образуют стержнями.

- Литье под давлением – способ, пригодный в серийном производстве, а с использованием специальных многопозиционных машин – для крупносерийного, массового производства. Этим способом эффективно отливать отливки из цветных сплавов, чугуна и реже стали.

- Литье по выплавляемым моделям – можно отливать любые черные и цветные сплавы, в том числе твердые сплавы. Наиболее этот способ применяют для изготовления стальных мелких и сложных по геометрии деталей с большим объемом обработки резанием. Рационально также использование данного способа литья для сложных деталей, собираемых из нескольких обработанных частей, соединяемых с помощью пайки, винтов, сварки.

- Литье в оболочковые формы – крупносерийное и массовое производство мелких и средних по массе отливок из различных сплавов. Формы готовят по металлическим моделям в виде оболочки толщиной 6-15 мм из песчаных смесей с термореактивной смолой.

- Литье в кокиль - процесс получения отливок посредством свободной заливки расплавленного металла в многократно используемые металлические формы – кокили. Особенность литья в кокиль состоит в многократном использовании металлической формы (кокиля). Высокая прочность материала металлической формы позволяет более точно выполнять рабочие поверхности формы, что обеспечивает высокое качество литой поверхности. К числу преимуществ литья в кокиль относится резкое (по сравнению с литьем в песчаные формы) сокращение механической обработки отливок, сокращение расхода формовочных материалов.

Требования к точности и шероховатости поверхности.

Точность отливки характеризуют степенью ее приближения к готовой детали. Чем выше точность детали, тем больше переходов требуется выполнить при механической обработке отливки. Различают геометрическую и весовую точность отливок.

Геометрическая точность определяется точностью размеров, формы, расположения поверхностей, шероховатостью поверхности и зависит от усадки материала, вида размера (верх, низ, бок), расположения установочных баз, точности оснастки и способа изготовления.

Специальные способы литья обеспечивают получение более точных отливок с точностью и шероховатостью приближенными к готовой детали, что снижает, а в некоторых случаях исключает механическую обработку отдельных поверхностей детали. Точность и шероховатость поверхности отливок зависит от вида материала и качества формы.

По приведенным выше габаритам, сложности конфигурации и вида сплава отливки наиболее подходят только 2 способа: литье под давлением и литье в кокиль.

Выбираем способ литья – литьё в кокиль, так как при серийном способе производства и многократном использовании кокилей этот способ более экономичней чем литьё под давлением.

2.3. Выбор технологических баз и разработка схем базирования

Базирование решает задачи взаимной ориентации деталей и узлов при сборке и обработке заготовок на станках. Технологические базы используются для определения положения изделия в процессе изготовления. Выделяют основные и вспомогательные технологические базы, черновые и чистовые базы. К основным технологическим базам относят внутреннюю поверхность Ø90Н7. К вспомогательным базам относят торец корпуса (крепление крышки).

К черновым базам относят поверхности, которые используются на первых операциях, когда отсутствует обработанная поверхность. В нашем случае черновыми базами будут – торец **А** (лишает деталь трех степеней свободы), наружная поверхность корпуса **Б** (лишает деталь двух степеней свободы). Таким образом, базирование полное. Схема чернового базирования показана на рисунке 1.

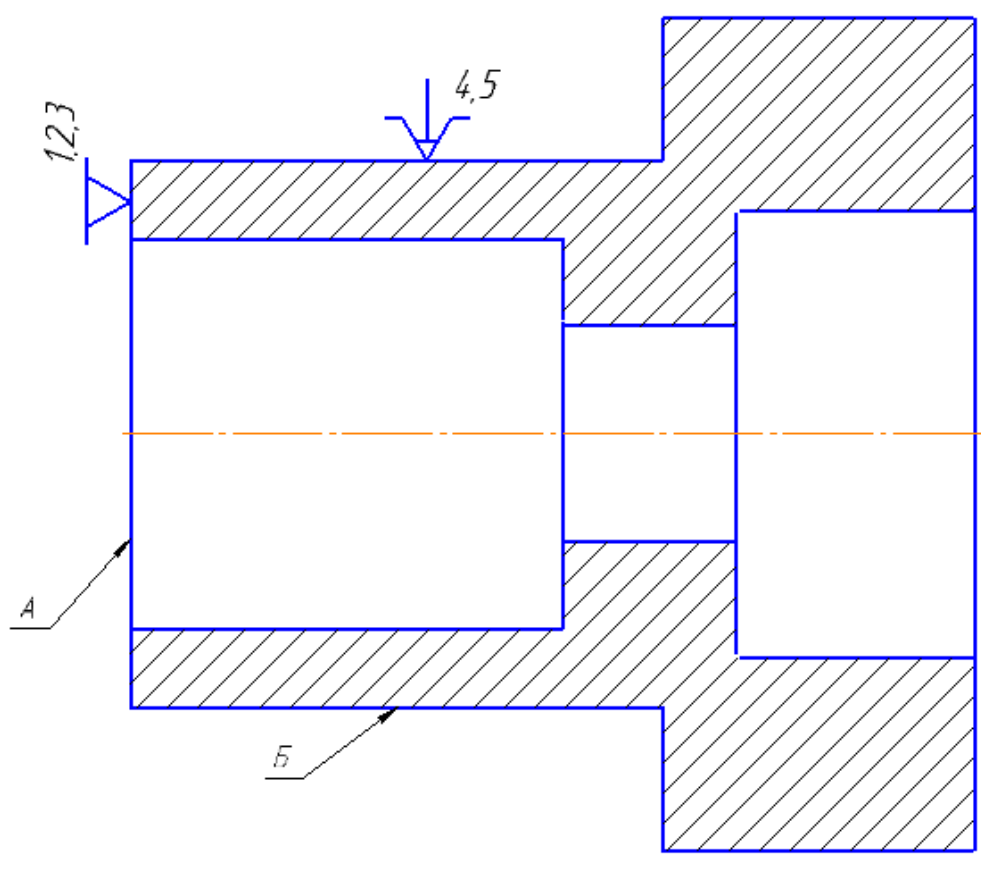


Рисунок 1- Черновые базы.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.572 ПЗ

Лист

22

Чистовая база – это обработанная поверхность, на которую устанавливается деталь при обработке. В нашем случае чистовыми базами будут –торец **Г** (лишает деталь трех степеней свободы), внутренняя поверхность **В** (лишает деталь двух степеней свободы). Таким образом, базирование полное. Схема чистового базирования показана на рисунке 2.

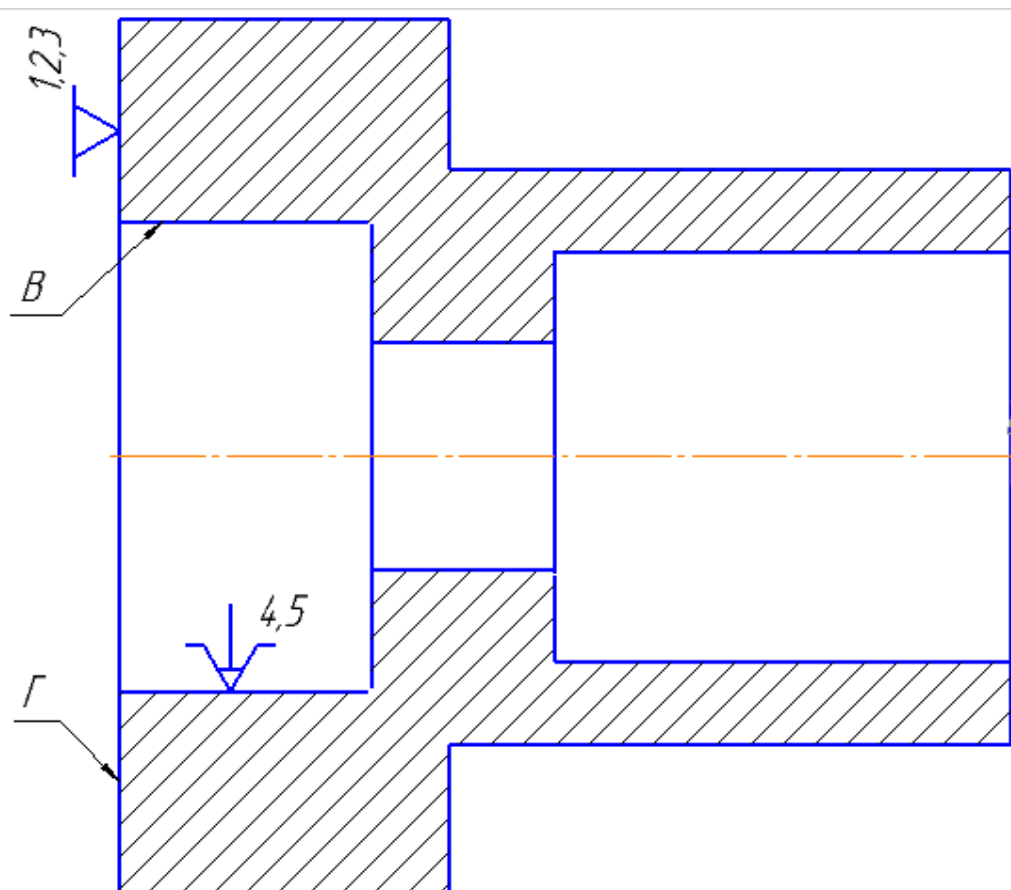


Рисунок 2- Чистовые базы

2.4. Разработка технологического маршрута обработки детали

Основными задачами обработки резанием является изготовление с заданной производительностью деталей требуемого качества из выбранных конструкторами материалов при минимально возможных производственных затратах. В зависимости от этих требований разрабатывается технологический процесс обработки, выбирается оборудование и режущий инструмент.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.572 ПЗ

Лист

23

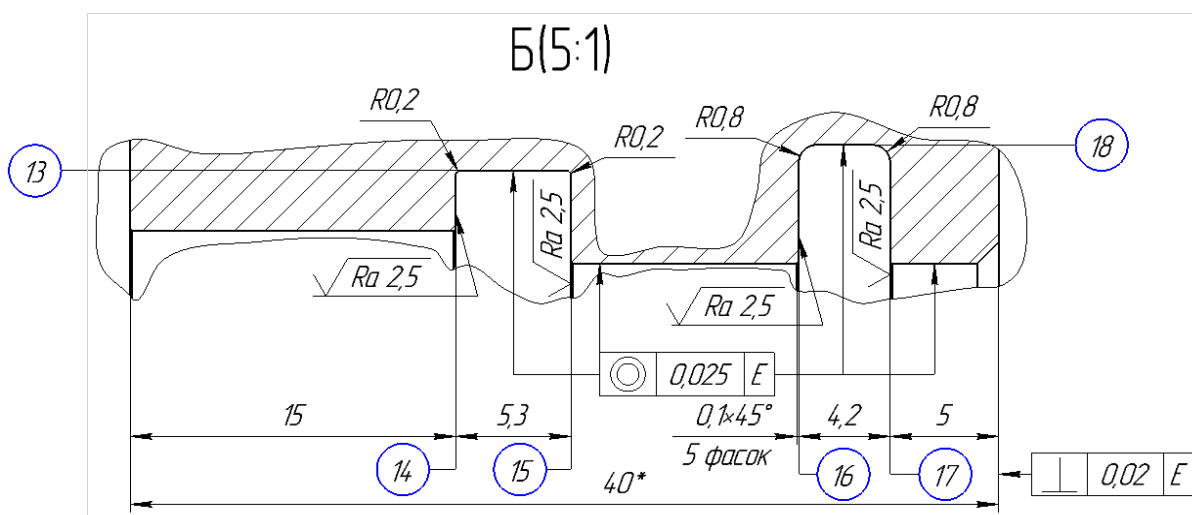
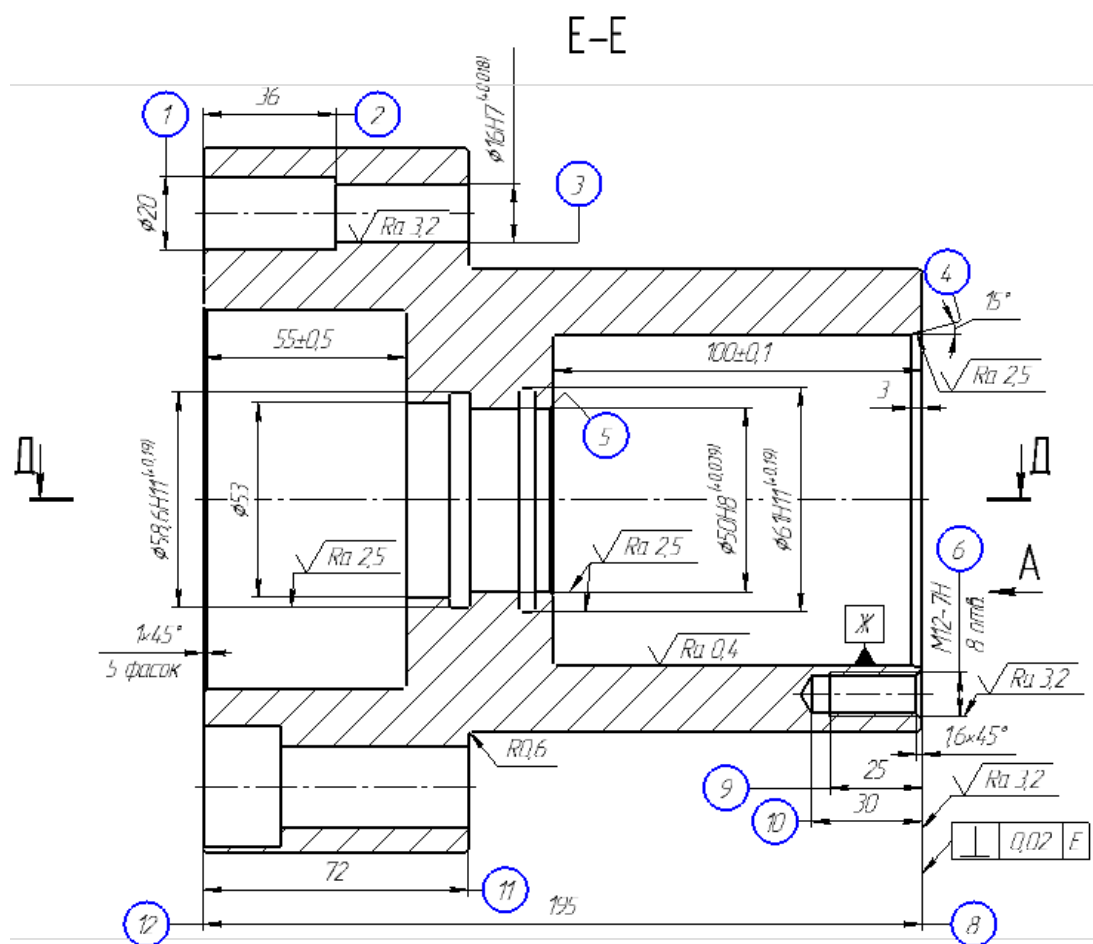


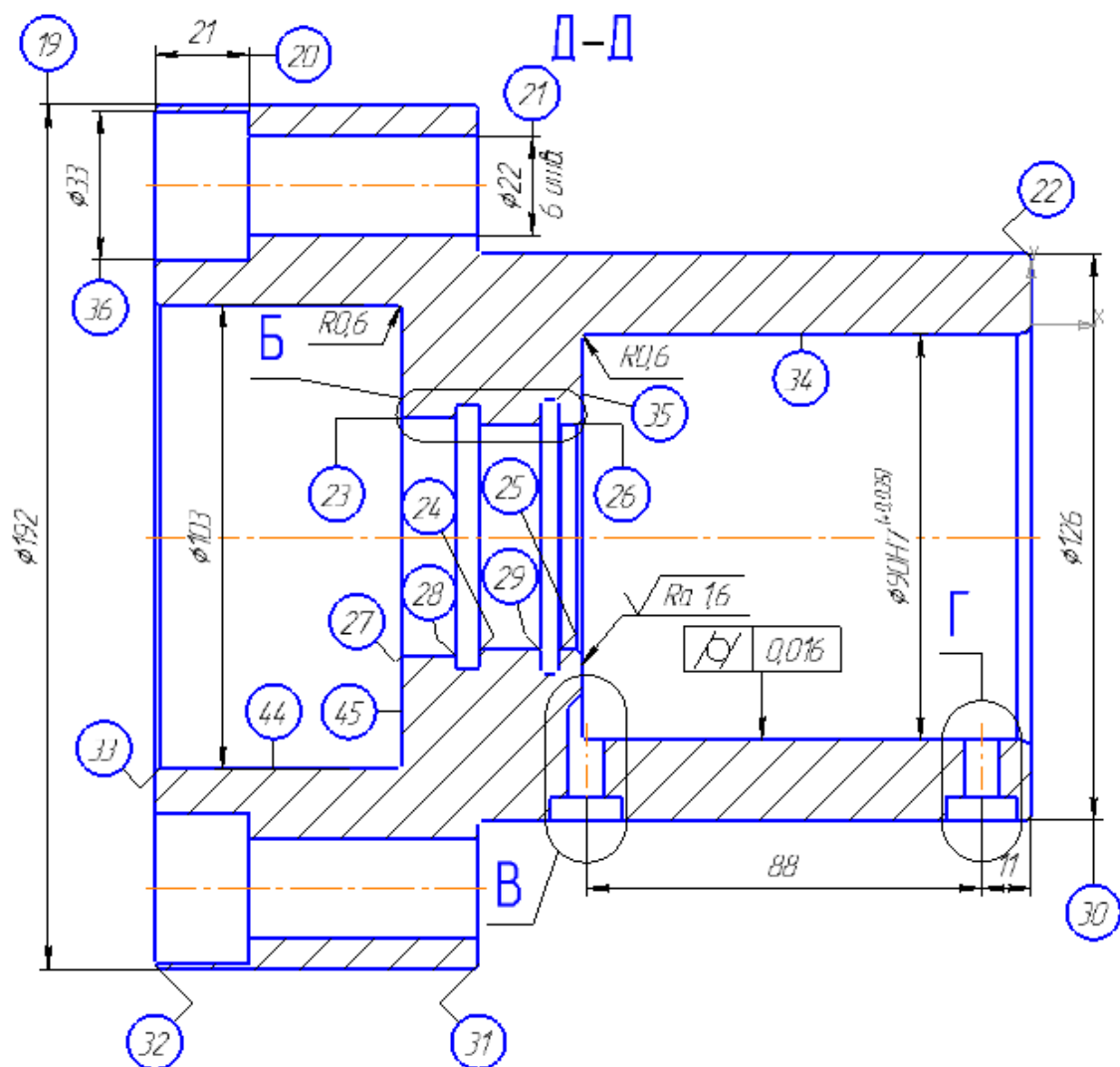
Рисунок 3 – Эскиз детали «Корпус гидроцилиндра шиберного затвора»

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

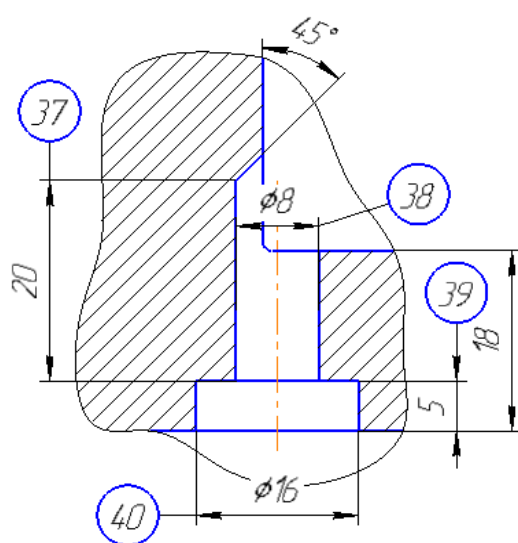
ДП 44.03.04.572 ПЗ

Лист

24



В(2:1)



Г(2:1)

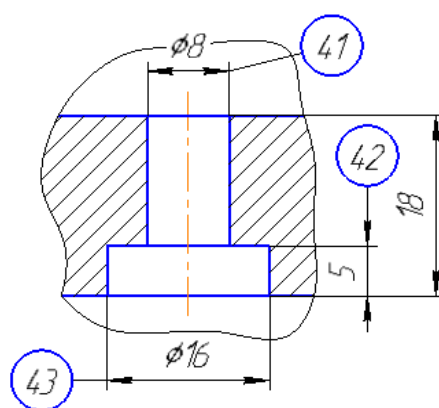


Рисунок 4 – Эскиз детали «Корпус гидроцилиндра шибера затвора»

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.572 ПЗ

Лист

25

Таблица 9 – Технологический маршрут обработки детали «Корпус гидроцилиндра шибера затвора»

Наименование операции, оборудование	Метод обработки	Обрабатываемая поверхность
005 Токарная с ЧПУ	Подрезать торец, точить фаску 1x45°,	12,32
	Точить фаску 1x45°, расточить отв. Ø103 с подрезкой торца, точить фаску 1x45°, расточить отв. Ø53 с подрезкой торца.	33,44,45,27,23,15
	Сверлить 6 отв. Ø22	21
	Фрезеровать 6 отв. Ø33	20,36
	Сверлить отв. Ø16H7	3
	Фрезеровать отв. Ø20	1,2
010 Токарная с ЧПУ	Подрезать торец, точить фаску 1x45°, проточить наружную поверхность Ø126, подрезать уступ, точить фаску 1x45°, точить наружную поверхность Ø192	8,22,30,11,31, 19
	Сверлить 8 отв. Ø10,25	6,10
	Нарезать резьбу в 8 отв. M12-7H	6,9
	Сверлить 2 отв. Ø8	37,38,41
	Фрезеровать 2 отв. Ø 16	39,40,42,43
	Точить фаску 3x15°, расточить отв. Ø90H7 с подрезкой внутреннего торца, точить фаску 1x45°, расточить отв. Ø50H8	4,34,35,5,26
	Расточить канавки Ø61H11, Ø58,6H11, точить фаски 0,1x45°	13,14,15,16,17,18, 25,29,24,28

Описание принятого техпроцесса:

На первом этапе – операция 005 подготавливаются чистовые базовые поверхности, выполняется обработка неотчетливых поверхностей и отверстий с высокими квалитетами и низким классом шероховатости.

Следующие операции механообработки заключают в себе: чистовую обработку всех плоскостей, обработку отверстий на многоцелевом станке T-7AM фирмы Leadwell.

Последние операции: мойка, технический контроль.

В дипломном проекте предлагается использовать токарный станок с ЧПУ модели T-7AM (фирма Leadwell, про-во Тайвань).



Рисунок 5. Токарный станок с ЧПУ модели T-7AM фирмы Leadwell

На станке высокого класса качества T-7AM используется наклонная станина высокой жесткости. Сочетание скорости вращения шпинделя 4500 об/мин, наличие приводного инструмента (осевого и радиального), жестких роликовых линейных направляющих и двух оптических линейных шкал осей обеспечивает максимально точную одновременную обработку по осям X, Z. На данном станке возможна комплексная механическая обработка сложных фигур, фрезеровка, нарезание резьбы и спиральная мех обработка, а также обработка разнообразных сложных форм.

Таблица 10 – Техническая характеристика токарного станка Т-7АМ

Рабочий диапазон	
Максимальный диаметр точения, мм	320
Максимальная длина точения, мм	440
Максимальный диаметр прутковой заготовки, мм	65
Максимальный вес заготовки (с поджимом пинолью), кг	175
Точность позиционирования по осям X, Z, мм	±0,005
Повторяемость позиционирования по осям X, Z, мм	±0,003
Главный шпиндель	
Мощность (пост./30 мин.), кВт	18,5
Скорость вращения шпинделя, об/мин	0-4500
Конус шпинделя	A2-6
Рабочие перемещения и подачи	
Перемещение по оси X, мм	200
Перемещение по оси Z, мм	520
Скорость быстрых перемещений по осям X/Z, мм/мин	20000/24000
Диапазон рабочих подач, мм/об	0,01÷500
Револьверная головка	
Количество позиций	12
Сечение держателя радиального инструмента, мм	25x25
Диаметр сечения осевого инструмента, мм	40
Время смены инструмента – один инструмент/180 град., с	1/2
Приводной инструмент, кВт/об/мин	3/4000
Прочее	
Угол наклона станины, град	45
Бак СОЖ, л	100
Система ЧПУ	SINUMERIK
Габаритные размеры и вес станка	
Длина станка, мм	2800
Ширина станка, мм	1565
Высота станка, мм	1945
Вес станка, кг	4540

2.5. Выбор и описание металлорежущего инструмента

При выполнении данной работы выбор инструмента производился по системе ISO, которая обеспечивает оптимальные и однозначные решения, и находит все большее применение на многих отечественных предприятиях.

Важным фактором повышения эффективности производства является режущий инструмент, доля которого в себестоимости металлообработки

превышает 5%, но от выбора, которого существенно, до нескольких раз, зависят показатели технологического процесса

В области выбора инструмента оптимальный путь к повышению производительности – выбор современного инструмента и правильное его использование. Все инструменты, выбираемые по системе ISO, оптимизированы для основных групп обрабатываемых материалов и видов операций. Они изначально предназначены для работы с высокой производительностью. Система ISO обеспечивает несложный и быстрый выбор наилучшего сочетания геометрии режущих кромок и марки инструментального материала для конкретной операции, инструмент выбираем по каталогу фирмы «Сандвик».

Операция 005 Токарная с ЧПУ

Переход 1. Подрезать торец, точить фаску, точить наружную поверхность Ø192 (поверхности 12,32,19)

Резцовая головка CoroTurn RC C4-DCLNR/R-27050-12

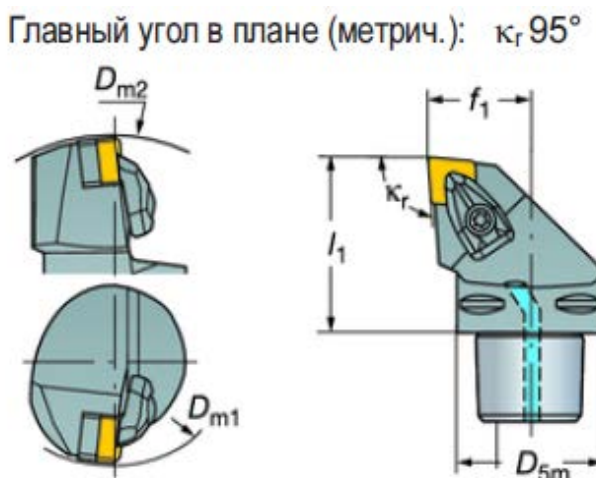


Рисунок 6 – Резцовая головка

Характеристики резцовой головки: $D_{5m} = \varnothing 40\text{мм}$, $D_{m1} = \varnothing 110\text{мм}(\text{min})$, $D_{m2} = \varnothing 140\text{мм}(\text{min})$, $f_1 = 27\text{мм}$, $l_1 = 50\text{мм}$.

Пластина CNMG 12 04 08-PR

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.572 ПЗ

Лист

29

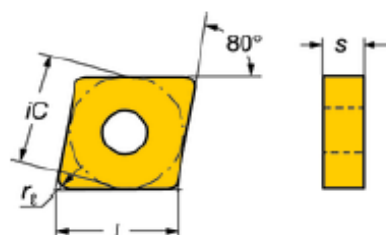


Рисунок 7 – Пластина для резцовой головки

Характеристики пластины: размер 12, IC= $\varnothing 12$, S=4,76, $r_t=0,6$, сплав-4225.

Рекомендуемые режимы резания: $f_z=0,17$ мм/об, $V_c=100$ м/мин.

Переход 2. Точить фаску $1 \times 45^\circ$, расточить отв. $\varnothing 103$ с подрезкой торца, точить фаску $1 \times 45^\circ$, расточить отв. $\varnothing 53$ с подрезкой торца. (поверхности 33,44,45,27,23,15)

Расточная оправка CoroTurn RC A32-DCLNR/R 12

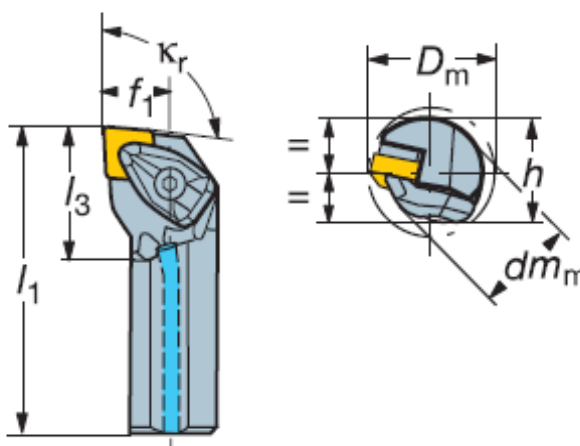


Рисунок 8 – Расточная оправка

Характеристики расточной оправки: $D_m= \varnothing 40$ мм(min), $dm_m= \varnothing 40$ мм, $k_r=95^\circ$, $f_1= 21$ мм, $h= 30$ мм, $l_1=300$ мм, $l_3=30$ мм.

Пластина CNMG 12 04 08-WF

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.572 ПЗ

Лист

30

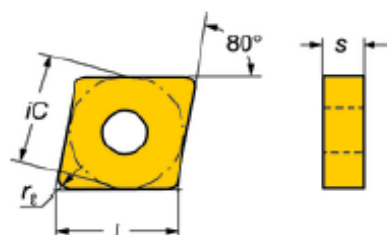


Рисунок 9 – Пластина для расточной оправки

Характеристики пластины: размер 12, IC= $\varnothing 12$, S=4,76, $r_t=0,6$, сплав-4215.

Рекомендуемые режимы резания: $f_z=0,02$ мм/об, $V_c=100$ м/мин.

Переход 3. Сверлить 6 отв. $\varnothing 22$ (поверхность 21)

Сверло CoroDrill 870 $\varnothing 22$ мм 870-2200-22L25-3

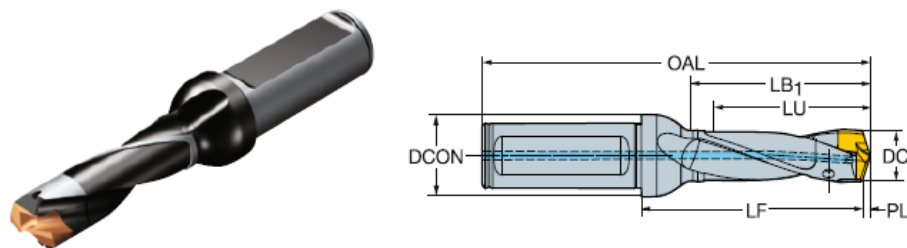


Рисунок 10 – Сверло со сменной головкой

Характеристики сверла: DC=22мм, DCON=25мм, LU=82,45мм, LB₁=86мм, OAL=163мм, LF=103,53мм, PL=3,3мм, вес=0,4кг.

Головка 870-2200-22-PM

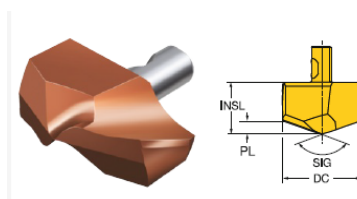


Рисунок 11 – Головка для сверла

Характеристики головки: DC= 22, PL=3,3, INSL=13,8, SIG=142⁰, сплав-GC4234.

Рекомендуемые режимы резания: $f_n=0,22$ мм/об, $V_c=120$ м/мин.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.572 ПЗ

Лист

31

Переход 4. Фрезеровать 6 отв. Ø33 (поверхности 20,36)

Фреза концевая CoroMill Plura ø16мм R216.24-16050ССК36Р

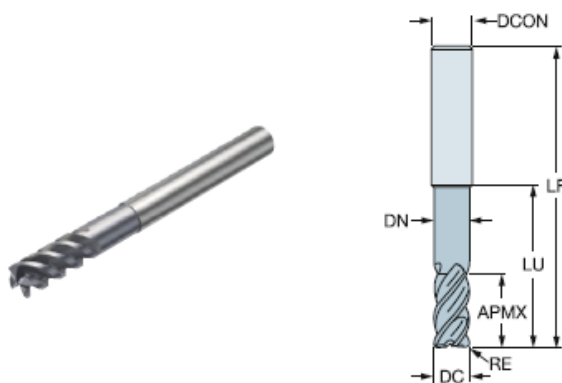


Рисунок 12 – Фреза концевая

Характеристики фрезы: DC=ø16мм, DN=ø15,2мм, LF=115мм, DCON=ø16мм, APMX=36мм, RE=1мм, LU=65мм, сплав-GC 1620.

Рекомендуемые режимы резания: $f_z=0,11$ мм/зуб, $V_c=135$ м/мин.

Переход 5. Сверлить отв. Ø16H7 (поверхность 3)

Сверло CoroDrill 860 ø16мм 860.1-1600-062A1-PM

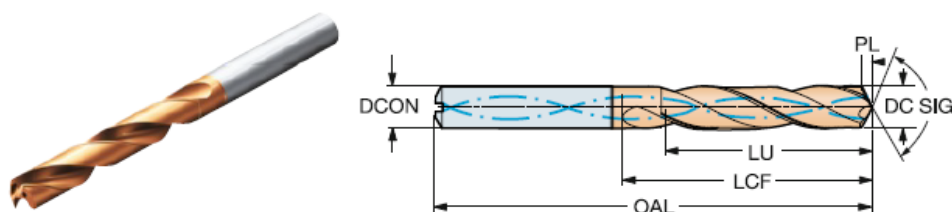


Рисунок 13 – Сверло цельное

Характеристики сверла: DC=16мм, LU=82,5мм, DCON=16мм, OAL=133мм, LCF=83мм, PL=2,52мм, SIG=145°, сплав-4234.

Рекомендуемые режимы резания: $f_n=0,23$ мм/об, $V_c=180$ м/мин

Переход 6. Фрезеровать отв. Ø20 (поверхности 1,2)

Инструмент тот же что и в операции 005 (переход 4).

Фреза концевая CoroMill Plura ø16мм R216.24-16050ССК36Р

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.572 ПЗ

Лист

32

Операция 010 Токарная с ЧПУ

Переход 1. Подрезать торец, точить фаску $1 \times 45^\circ$, проточить наружную поверхность $\varnothing 126$, подрезать уступ, точить фаску $1 \times 45^\circ$ (поверхности 8,22,30,11,31)

Инструмент тот же что и в операции 005 (переход 1).

Резцовая головка CoroTurn RC C4-DCLNR/L-27050-12

Переход 2. Сверлить 8 отв. $\varnothing 10,25$ (поверхности 6,10)

Сверло CoroDrill 860 $\varnothing 10,25$ мм 860.2-1025-026A1-PM

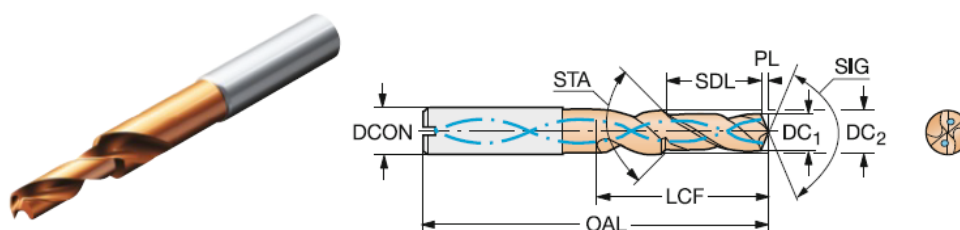


Рисунок 14 – Сверло для обработки отверстия и фаски

Характеристики сверла: $DC_1=10,25$ мм, $DC_2=13,8$ мм, $DCON=14$ мм, $SDL=30$ мм, $OAL=112$ мм, $LCF=58,38$ мм, $PL=1,67$ мм, $SIG=144^\circ$, $STA=90^\circ$, сплав-4234.

Рекомендуемые режимы резания: $f_n=0,19$ мм/об, $V_c=175$ м/мин.

Переход 3. Нарезать резьбу в 8 отв. M12-7H (поверхности 1,2)

Фреза концевая CoroMill Plura M12x1,75 R217.14C095175AK26N

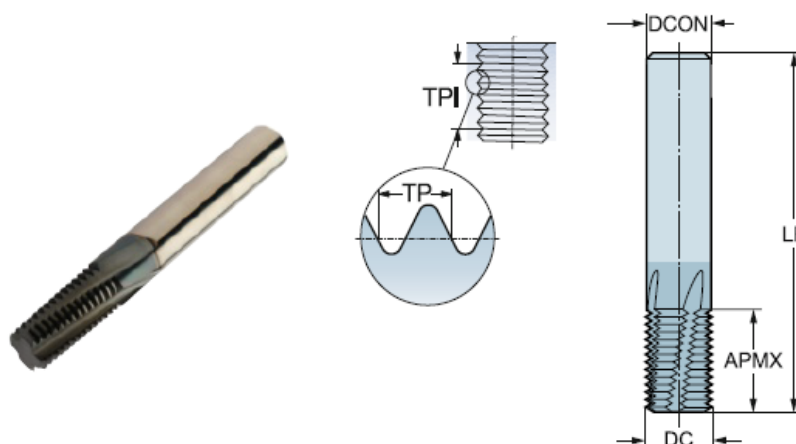


Рисунок 15 – Фреза концевая для резьбофрезерования

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.572 ПЗ

Лист

33

Характеристики фрезы: FTDZ-M12x1,75, DC= $\varnothing 9,5$ мм, DCON= $\varnothing 10$ мм, АРМХ=26,25мм, LF=80мм, TP=1,75мм, сплав-GC 1630.

Рекомендуемые режимы резания: $f_z=0,05$ мм/зуб, $V_c=153$ м/мин.

Переход 4. Сверлить 2 отв. $\varnothing 8$ (поверхности 37,38,41)

Сверло CoroDrill 860 $\varnothing 8$ мм 860.1-0800-028A1-PM

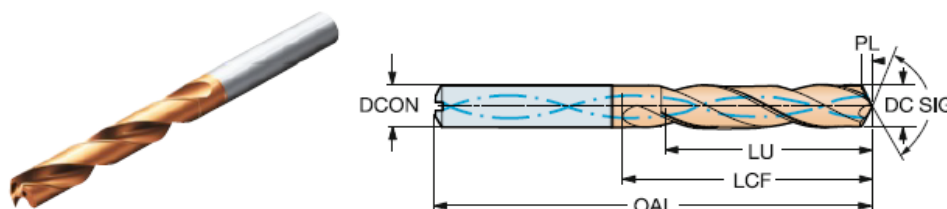


Рисунок 16 – Сверло цельное

Характеристики сверла: DC=8мм, LU=28мм, DCON=8мм, OAL=79мм, LCF=41мм, PL=1,28мм, SIG=144°, сплав-4234.

Рекомендуемые режимы резания: $f_n=0,23$ мм/об, $V_c=180$ м/мин.

Переход 5. Фрезеровать 2 отв. $\varnothing 16$ (поверхности 39,40,42,43)

Инструмент тот же что и в операции 005 (переход 4).

Фреза концевая CoroMill Plura $\varnothing 16$ мм R216.24-16050ССК36Р

Переход 6. Точить фаску 3x15°, расточить отв. $\varnothing 90$ H7 с подрезкой внутреннего торца, точить фаску 1x45°, расточить отв. $\varnothing 50$ H8 (поверхности 4,34,35,5,26)

Инструмент тот же что и в операции 005 (переход 2).

Расточная оправка CoroTurn RC A32-DCLNR/R 12

Переход 7. Расточить канавки $\varnothing 61$ H11, $\varnothing 58,6$ H11, точить фаски 0,1x45° (поверхности 13,14,15,16,17,18,25,29,24,28)

Фреза канавочная CoroMill 327 327-16B60ЕС-14

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.572 ПЗ

Лист

34

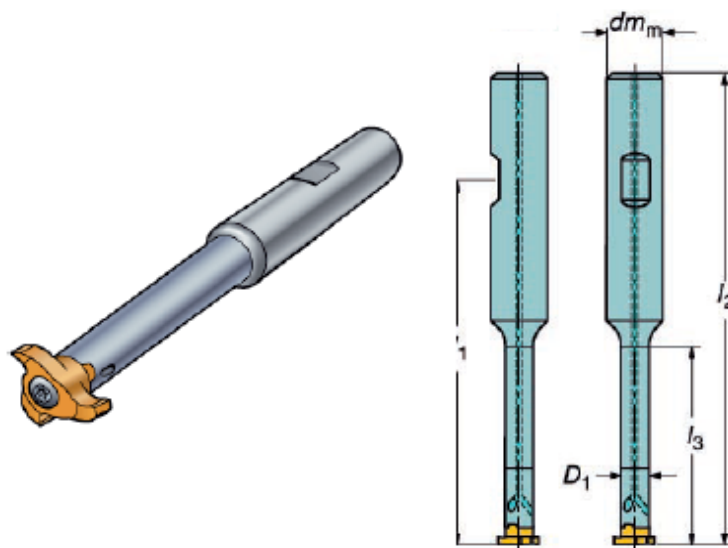


Рисунок 17 – Фреза канавочная

Характеристики сверла: $D_1=14,3\text{мм}$, $L_1=106\text{мм}$, $L_2=130\text{мм}$, $L_3=60\text{мм}$, $Dm_m=16\text{мм}$.

Пластина 327R14-28 15000-GM

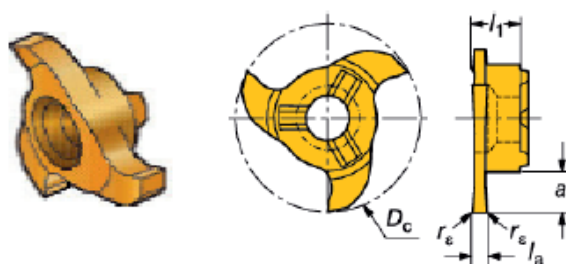


Рисунок 18 – Пластина для фрезы канавочной

Характеристики пластины: размер 14, число зубьев -3, $DC=27,7$ $a_r=6,5$, $l_a=3$, $L_1=6,5$, $r_e=0,2$, сплав- 1025.

Рекомендуемые режимы резания: $f_z=0,17$ мм/зуб, $V_c=100\text{м/мин}$.

2.6. Выбор и описание технологической оснастки

Операция 005 Токарная с ЧПУ

Применяется трехкулачковый патрон с прямыми кулачками. Схема базирования изображена на рисунке 1.

Заготовка базируется по необработанному торцу А. Зажим заготовки осуществляется за наружную поверхность Б.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.572 ПЗ

Лист

35

Операция 010 Токарная с ЧПУ

Применяется трехкулачковый патрон с обратными кулачками. Схема базирования изображена на рисунке 2.

Заготовка базируется по обработанному торцу Г. Зажим заготовки осуществляется за внутреннюю поверхность В.

2.7. Расчет припусков на механическую обработку

Расчет будем вести аналитическим и табличным методом.

Расчет припусков аналитическим методом

Определим припуск на размер $\varnothing 90H7^{(+0,035)}$.

Заготовка – литье в кокиль.

Класс точности 9-0-0-9. Материал детали Ст3.

Масса заготовки $m_3 = 20$ кг.

Технологический маршрут обработки отверстия $\varnothing 90H7^{(+0,035)}$:

- растачивание черновое;
- растачивание чистовое.

Таблица 11 - Расчет припусков на размер $\varnothing 90H7^{(+0,04)}$

Технологические переходы поверхности	Элементы припуска, Мкм				Расчетный припуск, $2Z_{\text{min}}$ мкм	Расчетный размер Др, мм	Допуск Т, мм	Предельный размер, мм		Предельное значение, припуск, мм	
	Rz	H	ρ	E				Дmin	Дmax	$2Z_{\text{min}}$	$2Z_{\text{max}}$
Заготовка	200	250	128	100		88.542	2.2	86.3	89.5		
Расточка предварительная	50	50	7,68	75	2x598	89.758	0.14	89.61	89.75	1.25	3.31
Расточка окончательная	20	20	5,12	40	2x141	90.040	0.040	90	90.040	0.29	0.39

Произведем расчет пространственных отклонений по формуле (6):

$$\rho = \sqrt{\rho_{\text{кор}}^2 + \rho_{\text{см}}^2}, \quad (6)$$

где $\rho_{\text{кор}}$ – отклонение коробления, мкм;

$\rho_{\text{см}}$ – погрешность смещения осей, мкм.

$$\rho = \sqrt{80^2 + 100^2} = 128 \text{ мкм.}$$

Определим остаточное пространственное отклонение:

$$\rho_{\text{ост}} = k \times \rho, \quad (7)$$

где k – коэффициент уточнения форм

$$\rho_{\text{ост1}} = 0,06 \times 128 = 7,68 \text{ мкм;}$$

$$\rho_{\text{ост2}} = 0,04 \times 128 = 5,12 \text{ мкм.}$$

Определим расчетные припуски для каждого перехода:

$$2Z_{\text{min}} = 2 \times (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + E_i^2}); \quad (8)$$

$$2Z_{\text{min1}} = 2 \times (200 + 250 + \sqrt{128^2 + 75^2}) = 2 \times 598 \text{ мкм;}$$

$$2Z_{\text{min2}} = 2 \times (50 + 50 + \sqrt{7,68^2 + 40^2}) = 2 \times 141 \text{ мкм.}$$

Для конечного перехода в графу расчетный размер запишем наибольший предельный размер по чертежу:

$$D_{p2} = 90.040 \text{ мм;}$$

$$D_{p1} = 90.040 - 0,282 = 89.758 \text{ мм;}$$

$$D_{p \text{ заг}} = 89.758 - 1,196 = 88.562 \text{ мм.}$$

Запишем наибольшие предельные размеры по всем технологическим переходам округляя их уменьшением расчетных размеров:

$$D_{\text{max2}} = 90.040 \text{ мм;}$$

$$D_{\text{max1}} = 89.75 \text{ мм;}$$

$$D_{\text{max заг.}} = 88.5 \text{ мм.}$$

Определим наименьшие предельные размеры:

$$D_{\text{мин1}} = 89.75 - 0.14 = 89.61 \text{ мм}$$

$$D_{\text{мин2}} = 90.040 - 0.040 = 90 \text{ мм;}$$

$$D_{\text{max заг}} = 88.5 - 2.2 = 86.3 \text{ мм.}$$

Определим расчетные припуски для каждого перехода:

$$2Z_{\max 1} = D_{\max 1} - D_{\max \text{ заг.}} = 89.75 - 88.5 = 1.25 \text{ мм};$$

$$2Z_{\max 2} = D_{\max 2} - D_{\max 1} = 90.040 - 89.75 = 0.29 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min 1} = D_{\min 1} - D_{\min \text{ заг.}} = 89.61 - 86.3 = 3.31 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min 2} = D_{\min 2} - D_{\min 1} = 90 - 89.61 = 0.39 \text{ мм}.$$

Определим общие припуски:

$$Z_{o \max} = 1.54 \text{ мм};$$

$$Z_{o \min} = 3.7 \text{ мм}.$$

Произведем проверку расчетов:

$$Z_{i \max} - Z_{i \min} = \delta_{i-1} - \delta_i$$

$$3.7 - 1.54 = 2.2 - 0.04$$

$$2.16 \text{ мм} = 2.16 \text{ мм}$$

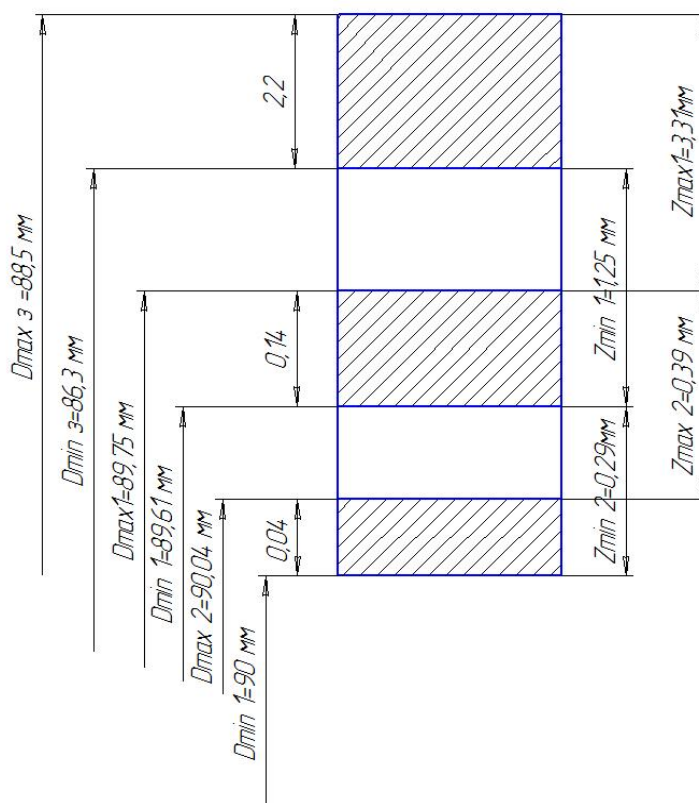


Рисунок 19 - Схема полей допусков и припусков для каждого перехода
Табличный метод расчета припусков

На остальные поверхности детали припуски назначим по [3, с. 184-189, табл. 27 и 28], а результаты занесем в таблицу 12.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.572 ПЗ

Лист

38

Опытно – статистический (табличный) метод расчета припусков

При определении величины общего припуска следует учитывать основные факторы, такие как тип производства, способ получения заготовки, форму и размеры, точность и толщину дефектного слоя обрабатывающих поверхностей детали.

Таблица 12- Расчет межоперационных припусков и допусков опытно-статистическим методом.

Чертежный размер, мм	Припуск на сторону, мм	Штамповочный размер, мм	Допуск, мм	
			верхнее отклонение	нижнее отклонение
Ø192	3,5	Ø199	+0.8	-0.8
Ø126	3,5	133	+0.8	-0.8
Ø103	3	97	+0.5	-0.5
195	3	201	+0.6	-0.6
72	3	78	+0.6	-0.6

2.8. Назначение режимов резания

Произведем выбор режимов резания по каталогу фирмы «Сандвик», результаты занесем в таблицу 13.

Таблица 13 - Элементы режима резания по операциям

Наименование операции, перехода, позиции	t, мм	So, мм/об	n, об/мин	V, м/мин
1	2	3	4	5
Операция 005 Токарная с ЧПУ				
Переход 1				
Подрезать торец, точить фаску, точить наружную поверхность Ø192	3	0,56	250	234
Переход 2				
Точить фаску 1x45°, расточить отв. Ø103 с подрезкой торца, точить фаску 1x45°, расточить отв.Ø53 с подрезкой торца.	2	0.6	400	159
Переход 3				
Сверлить 6 отв. Ø22	11	0.3	500	123
Переход 4				
Фрезеровать 6 отв. Ø33	5.5	0.6	350	120
Переход 5				
Сверлить отв. Ø16H7	8	0.3	500	123
Переход 6				
Фрезеровать отв. Ø20	2	0.6	350	12

Окончание таблицы 13

1	2	3	4	5
Операция 010 Токарная с ЧПУ				
Переход 1				
Подрезать торец, точить фаску 1x45°, проточить наружную поверхность Ø126, подрезать уступ, точить фаску 1x45°	3	0.56	250	234
Переход 2				190
Сверлить 8 отв. Ø10,25	5.125	0.35	700	
Переход 3				
Нарезать резьбу в 8 отв. М12-7Н	1.5	1	100	19.7
Переход 4				
Сверлить 2 отв. Ø8	4	0.25	800	240
Переход 5				
Фрезеровать 2 отв. Ø 16	4	0.6	350	120
Переход 6				
Точить фаску 3x15°, расточить отв. Ø90Н7 с подрезкой внутреннего торца, точить фаску 1x45°, расточить отв. Ø50Н8	3	0.6	700	126
Переход 7				
Расточить канавки Ø61Н11, Ø58,6Н11, точить фаски 0,1x45°	4	0.7	600	195

2.9 Расчет технических норм времени

Нормой времени ГОСТ 3.1109-82 называется регламентированное время выполнения некоторого объема работ в определенных производственных условиях одним или несколькими исполнителями соответствующей квалификации.

Структура нормы времени на механическую обработку

Штучное время определяется по формуле 9.

$$t_{шт} = t_o + t_v + t_{обс} + t_{лп} + t_n, \quad (9)$$

где t_o - основное время;

t_v - вспомогательное время;

$t_{обс}$ - время на обслуживание рабочего места;

$t_{лп}$ - время на личные потребности и, при утомительных работах, на дополнительный отдых;

t_n - время на перерывы в работе в соответствии с технологией и организацией производственного процесса.

Основное время - это часть штучного времени, затрачиваемая на изменение и (или) последующее определение состояния предмета труда. Иными словами -это время на обработку, сборку или контроль изделия. Основное время может быть машинным, машинно-ручным и ручным.

При работе на металлорежущих станках основное машинное время для каждого технологического перехода определяют по формуле:

$$t_o = l \times i / s, \quad (10)$$

где l - расчетная длина обрабатываемой поверхности или обработки в направлении подачи;

i - число рабочих ходов;

s - минутная подача.

Вспомогательное время - это часть штучного времени, затрачиваемая на выполнение приемов, необходимых для обеспечения изменения и последующего определения состояния предметов труда. Вспомогательное время включения, время на управление станком, время на установку, закрепление и снятие детали, инструмента и приспособления во время работы, время на измерения детали. Эти действия повторяются с каждой обрабатываемой деталью или после обработки определенного количества деталей. Вспомогательное время может быть также машинным и ручным. Если действия, на которые затрачивается вспомогательное время, выполняются во время обработки заготовки, то вспомогательное время перекрывается основным и называется перекрываемым вспомогательным временем. Вспомогательное время может составлять до 35% штучного времени.

Часть штучного времени, равная сумме основного и вспомогательного времени называется оперативным временем, т.е.:

$$t_{on} = t_o + t_v \quad (11)$$

Время обслуживания рабочего места - это часть штучного времени, затрачиваемая исполнителем на поддержание средств технологического оснащения в работоспособном состоянии, уход за ними и рабочим местом.

Время обслуживания рабочего места подразделяется на техническое и организационное время.

Время на организационное обслуживание рабочего места определяется в процентах от оперативного времени и составляет в среднем 2-4% в зависимости от типа и размера станка. В отдельных случаях, например, для бесцентрово-шлифовальных станков это время увеличивается до 13%. Время на личные потребности - это часть штучного времени, затрачиваемая человеком на личные потребности и, при утомительных работах, на дополнительный отдых. Для механических цехов это время определяется в процентах от оперативного времени и достигает 2,5%.

Время на перерывы в работе в соответствии с технологией и организацией производственного процесса устанавливается отдельно, в соответствии с каждым конкретным случаем. Необходимо заметить, что время на обеденный перерыв в норму времени не входит.

При изготовлении деталей партиями к штучному времени добавляется подготовительно-заключительное время, которое по ГОСТ 3.1109-82 определяется как интервал времени, затрачиваемый на подготовку исполнителя или исполнителей и средств технологического оснащения к выполнению технологической операции и приведению последних в порядок после окончания смены и (или) выполнения этой операции для партии предметов труда.

Подготовительно-заключительное время определяется для всей партии деталей и не зависит от размера партии. Сумма штучного времени и доли подготовительно-заключительного времени для одной детали образуют штучно-калькуляционное время, т.е.:

$$t_{шк} = t_{ш} + t_{пз}/n, \quad (12)$$

где $t_{пз}$ - подготовительно-заключительное время;

n - размер партии деталей.

Время обработки партии деталей называется калькуляционным и определяется по формуле:

$$t_k = t_{из} \times n + t_{пз}. \quad (13)$$

Подготовительно-заключительное время включает в себя затраты времени на получение материалов, инструментов, приспособлений, технологической документации, наряда на работу; ознакомление с работой, чертежом; получение инструктажа; установку инструментов, приспособлений, наладку оборудования на соответствующий режим; снятие приспособлений и инструмента; сдачу готовой продукции, остатков материалов, приспособлений, инструмента, технологической документации и наряда.

Расчет времени произведен для:

005 Комплексная с ЧПУ

Определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + T_{пз}/n, \quad (14)$$

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{от} + T_{обс}, \quad (15)$$

где T_o - основное время

T_v - вспомогательное время

$T_{от}$ - время на отдых и личные потребности

$T_{обс}$ - время на обслуживание рабочего места

$$T_o = L \cdot i / S_m, \quad (16)$$

где L - длина обработки

i - число проходов

$T_o = 12.7$ мин

$$T_v = T_y + T_{пер} + \sum T_{пер} + T_{из}, \quad (17)$$

где T_y - время на установку детали

$T_{пер}$ - время связанное с переходом

$\sum T_{пер}$ - время не вошедшее в комплекс

$T_{из}$ - время на измерение детали

$T_v = 3.15$

Определим оперативное время

$$T_{оп} = T_0 + T_в = 15.85 \text{ мин}$$

Время на отдых и личные потребности $T_{отд}$ определяется как 4% от оперативного, то есть $T_{отд} = 0,14$ мин.

Время на обслуживание $T_{обс} = 0,14$ мин.

Штучное время: $T_{шт} = 17.7$ мин.

Подготовительно-заключительное время: $T_{пз} = 25$ мин.

Штучно-калькуляционное время: $T_{шт.к} = T_{пз} / n + T_{шт} = 18.79$ мин.

Операция 010 Комбинированная

$$T_0 = 9.37 \text{ мин.}$$

- время на установку $t_{уст} = 0,3$ мин.

- время, связанное с переходом $t_{пер} = 0,8$ мин.

- время, не вошедшее в комплекс $\sum t'_{пер} = 0,7$ мин.

- время на измерение $t_{изм} = 0,4$ мин.

$$T_в = 2.2 \text{ мин.}$$

Оперативное время $T_{оп} = 10.47$ мин.

Время на отдых и личные потребности $T_{отд}$ определяется как 4% от оперативного, то есть $T_{отд} = 0,14$ мин.

Время на обслуживание $T_{обс} = 0,14$ мин.

Штучное время: $T_{шт} = 11.4$ мин.

Подготовительно-заключительное время: $T_{пз} = 24$ мин.

Штучно-калькуляционное время: $T_{шт.к} = T_{пз} / n + T_{шт} = 12.3$ мин.

Таблица 14 - Нормы времени

Наименование операции	T_0 , мин	$T_в$, мин	$T_{пз}$, мин	$T_{шт}$, мин
005 Токарная с ЧПУ	12.7	3.15	25	18.79
010 Токарная с ЧПУ	9.37	2.2	24	12.3

Вывод: Проведен выбор режимов резания по каталогу Sandvik и определены нормы технологического времени.

3. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

Виды и характер работ по проектированию технологических процессов обработки деталей на станках с ЧПУ существенно отличаются от работ, проводимых при использовании обычного универсального и специального оборудования. Прежде всего, значительно возрастает сложность технологических задач и трудоёмкость проектирования технологического процесса. Для обработки на станках с ЧПУ необходим детально разработанный технологический процесс, построенный по переходам. При обработке на универсальных станках излишняя детализация не нужна. Рабочий, обслуживающий станок, имеет высокую квалификацию и самостоятельно принимает решение о необходимом числе переходов и проходов, их последовательности. Сам выбирает требуемый инструмент, назначает режимы обработки, корректирует ход обработки в зависимости от реальных условий производства.

При использовании ЧПУ появляется принципиально новый элемент технологического процесса – управляющая программа, для разработки и отладки которой требуются дополнительные затраты средств и времени.

Существенной особенностью технологического проектирования для станков с ЧПУ является необходимость точной увязки траектории автоматического движения режущего инструмента с системой координат станка, исходной точкой и положением заготовки. Это налагает дополнительные требования к приспособлениям для зажима и ориентации заготовки, к режущему инструменту.

Расширенные технологические возможности станков с ЧПУ обуславливают некоторую специфику решения таких традиционных задач технологической подготовки, как проектирование операционного технологического процесса, базирование детали, выбор инструмента и т.д.

На стадии разработки технологического процесса необходимо определить обрабатываемые контуры и траекторию движения инструмента в

процессе обработки, установить последовательность обработки контуров. Без этого невозможно рассчитать координаты опорных точек, осуществить точную размерную увязку траектории инструмента с системой координат станка, исходной точкой положения инструмента и положением заготовки.

При построении маршрута обработки деталей на станках с ЧПУ необходимо руководствоваться общими принципами, положенными в основу выбора последовательности операций механической обработки на станках с ручным управлением. Кроме того, должны учитываться специфические особенности станков с ЧПУ. Поэтому маршрут обработки рекомендуется строить следующим образом.

1. Процесс механической обработки делить на стадии (черновую, чистовую и отделочную), что обеспечивает получение заданной точности обработки за счет снижения ее погрешности вследствие упругих перемещений системы СПИД, температурных деформаций и остаточных напряжений. При этом, следует иметь в виду, что станки с ЧПУ более жесткие по сравнению с универсальными станками, с лучшим отводом теплоты из зоны резания, поэтому допускается объединение стадий обработки. Например, на токарных станках с ЧПУ часто совмещаются черновая и чистовая операции, благодаря чему значительно снижается трудоемкость изготовления детали, повышается коэффициент загрузки оборудования.

2. В целях уменьшения погрешности базирования и закрепления заготовки соблюдать принципы постоянства баз и совмещения конструкторской и технологической баз. На первой операции целесообразно производить обработку тех поверхностей, относительно которых задано положение остальных или большинства конструктивных элементов детали (с целью обеспечения базы для последующих операций).

3. При выборе последовательности операций стремиться к обеспечению полной обработки детали при минимальном числе ее установок.

4. Для выявления минимально необходимого количества типоразмеров режущих инструментов при выборе последовательности обработки детали проводить группирование обрабатываемых поверхностей. Если количество инструментов, устанавливаемых в revolverной головке или в магазине, оказывается недостаточным, операцию необходимо разделить на части и выполнять на одинаковых установках, либо подобрать другой станок с более емким магазином.

5. При точении заготовок типа тел вращения первоначально обрабатывается более жесткая часть (большой диаметр), а затем зона малой жесткости.

SINUMERIK 840D sl представляет собой универсальную и гибкую систему ЧПУ, расширяемую макс. до 31 оси. Децентрализованная, легко изменяемая, открытая система с широким спектром функций может использоваться практически для любой технологии; данная система устанавливает эталоны в динамике, точности и возможностях сетевой интеграции.

Важной характеристикой SINUMERIK 840D sl является децентрализованная, полностью интегрированная в технологическую структуру привода SINAMICS S120 структура и коммуникационные связи. Программное и аппаратное обеспечение системы могут масштабироваться по отдельности.

Отличительные особенности:

- SINUMERIK 840D sl это система ЧПУ для выполнения задач средней и высокой сложности;
- макс. рабочие характеристики и гибкость прежде всего для сложных многоосевых установок;

- сквозная открытость от управления до ядра ЧПУ;
- протестированное ПО управления и программирования (например, ShopMill или ShopTurn) и продукты Motion Control Information System (продукты MCIS) для производственной сферы;
- встроенные сертифицированные функции безопасности SINUMERIK Safety Integrated, которые позволяют обеспечить высокоэффективную, простую и экономичную защиту персонала и оборудования.
- SINUMERIK 840D — полностью цифровая система для практически всех типов применений. Это системная платформа с прогрессивными функциями.

Совместно с цифровым преобразователем SIMODRIVE 611D и ПЛК SIMATIC S7-300 SINUMERIK 840D представляет полностью цифровую систему, которая подходит для сложных задач обработки и демонстрирует высокий уровень динамики и точности.

Во всем мире SINUMERIK 840D применяется для токарной обработки, сверления, фрезерования, шлифования, лазерной обработки, порезки, перфорации, изготовления оснастки и инструмента, как система управления прессами, для высокоскоростного раскроя материалов, обработки древесины и стекла, транспортировки, складских задач.

SINUMERIK 840D в модуле NCU (Numeric Control Unit — устройство числового управления) объединяет задачи ЧПУ, ПЛК и коммуникации. Установленный в каркас-носитель, NCU встраивается непосредственно в цифровую систему преобразования SIMODRIVE 611D, при этом он располагается справа, непосредственно у модуля питания-рекуперации.

Варианты процессоров NCU и системное программное обеспечение дает возможность оптимальной адаптации к станку и к задаче обработки. Такой модульный принцип позволяет оснастить целый ряд станков различного типа.

При помощи SINUMERIK 840D можно управлять максимум 31 осями/шпинделями. При максимальном использовании поддерживается до 10 каналов на каждую группу режимов работы и максимум 12 осей/шпинделей на каждый канал. Каждый канал может иметь свою собственную группу режимов работы.

SINUMERIK 840D позволяет просто и экономично обеспечить высокоэффективную защиту обслуживающего персонала и станков благодаря встроенным сертифицированным функциям защиты.

3.1. Фрагмент управляющей программы обработки наружных поверхностей корпуса (операция 010, переход 1)

Программа разрабатывается в системе ЧПУ SINUMERIK 840D sl. Конфигурация и расположение обрабатываемых поверхностей приведены на рисунке 19.

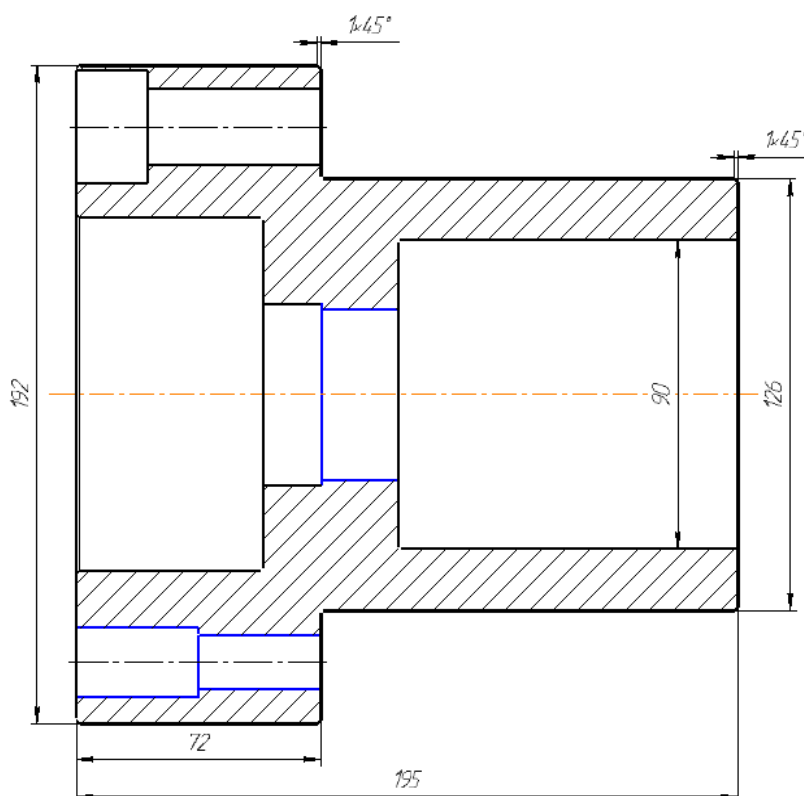


Рисунок 19 – Конфигурация и расположение обрабатываемых поверхностей

На рисунке 20 обозначены базовые точки и оси координат.

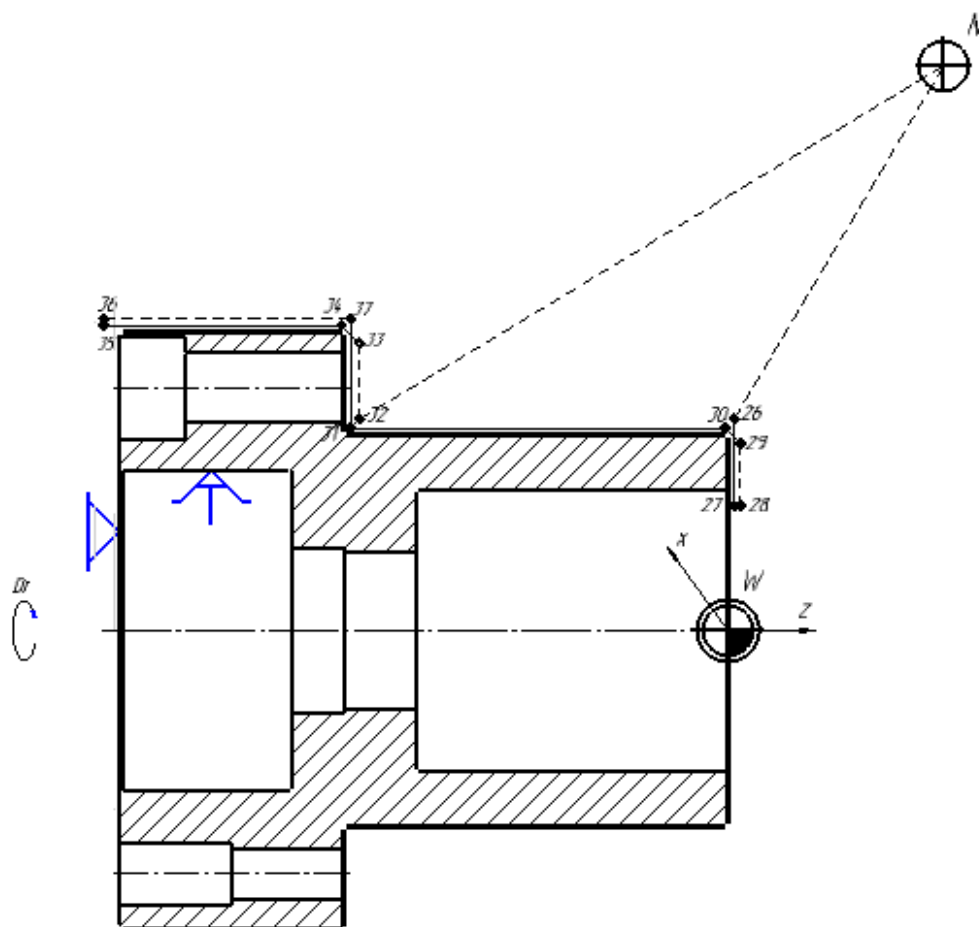


Рисунок 20 – Базовые точки и оси координат

Базовая точка – центр правого торца, приведенного на рисунке 20.

Координаты точки 0: $X=0$, $Z=0$.

Координаты точек обхода приведены в таблице 15.

Таблица 15 – Координаты точек обхода

Номер точки	Координаты точки	
	X	Z
Строка обхода N-26-27-28-29-30-31-32-33-34-35-36-37-31-32-N		
1	2	3
N	400	400
26	135	0
27	80	0
28	80	5
29	114	5
30	126	-1

Окончание таблицы 15

1	2	3
6	126	-123
7	132	-115
8	174	-115
9	192	-124
10	192	-200
11	198	-200
12	198	-123

Ниже приведены основная управляющая программа с частичной расшифровкой кадров.

Таблица 16 – управляющая программа с частичной расшифровкой кадров

G0 X400 Z400	Ускоренное перемещение в точку смены инструмента
T1 D1 M06	T1 – Номер инструмента D1 – Корректор инструмента M06 – Смена инструмента
G54 G90 G18 G95 F0.56	G54 – активизация смещения нулевой точки детали (X0Z0 – нулевая точка детали) G90 - Программирование в абсолютных размерах, G18 – выбор плоскости программирования XZ (токарные работы) G95 – подача с мм/об F0.1-Включение подачи 0.1 мм/об
G97 S255 M04 M08	G97 – постоянное число оборотов шпинделя S2000 – Число оборотов – 2000 об/мин M04 - Вращение шпинделя против часовой стрелки M08 – включение СОЖ
G00 X135 Z0	G00 - Быстрый подвод в точку с координатами X135, Z0
G01 X80	G01 – Линейное перемещение с заданной подачей в точку с координатами X80, Z не изменяется
M05 M09	M05 - Выключение шпинделя M09 – Выключение СОЖ
M01	Приостановить работу станка до нажатия кнопки «старт», если включен режим подтверждения останова

Ниже приведены фрагменты управляющей программы.

...

N335 G0 X400 Z400

N340 T1 D1 M06; 010, 1 perehod

N345 G54 G90 G18 G95 F0.56

N350 G97 S250 M04 M08

N355 G00 X135 Z0

N360 G01 X80

N365 G00 Z5

N370 G00 X114

N375 G01 X126 Z-1

N380 G01 Z-123

N385 G01 X132 Z-115

N390 G00 X174

N395 G01 X192 Z-124

N400 G01 Z-200

N405 G00 X198

N410 G00 Z-123

N415 G01 X126

N420 G01 X132 Z-115

N425 M05 M09

N430 G00 X400 Z400

N435 M01

...

N655 G0 X400 Z400

N660 T7 D1 M06; 010, 6 perehod

N665 G54 G90 G18 G95 F0.6

N670 G97 S700 M04 M08

N675G00 X93.2 Z3

					ДП 44.03.04.572 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

N680 G01 X89.5 Z-3
 N685 G01 Z-100
 N690 G01 X85 Z-95
 N695 G00 X49.5
 N700 G01 Z-130
 N705 G00 X45
 N710 G00 Z-100
 N715 G01 X89,5
 N720 G01 X85 Z-95
 N725 G00 Z3
 N730 G00 X90.017
 N735 G01 Z-100 F0.02
 N740 G01 X85 Z-95
 N745 G00 X62
 N750 G01 X50.019 Z-101
 N755 G01 Z-130 F0.02
 N760 G00 X45
 N765 G00 Z3
 N770 G00 X400 Z400
 N775 M09
 N780 M05
 N785 G00 X400 Z400
 N790 M01
 ...

4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1. Техническое описание разрабатываемого мероприятия

В данном дипломном проекте производится совершенствование технологического процесса детали «корпус гидроцилиндра шибера затвора» на участке механической обработки в условиях среднесерийного производства с количеством выпускаемых готовых деталей 2000 штук в год.

Разработанный технологический процесс обеспечивает технико-экономические показатели выпуска продукции высокого качества, максимальное использование новейшего прогрессивного оборудования и приемов производства, применение специальных приспособлений.

При разработке проекта были учтены: тип производства – среднесерийное; свойства и особенности обрабатываемого материала, применен прогрессивный инструмент, разработана управляющая программа.

В экономической части проекта будет произведен расчет капитальных затрат и определение экономической эффективности разрабатываемого технологического процесса.

4.2. Расчет капитальных затрат

Определяем размер капитальных вложений по формуле:

$$K = K_{об} + K_{прс}, \quad (18)$$

где $K_{об}$ – капитальные вложения в оборудование, р.;

$K_{про}$ – капитальные вложения в программное обеспечение, руб.; т.к. предприятие располагает оборудованием для программирования станков с ЧПУ, то затрат на программное обеспечение нет.

Определяем количество технологического оборудования

Количество технологического оборудования рассчитываем по формуле:

$$g = \frac{t \cdot N_{год}}{F_{об} \cdot k_{BH} \cdot k_3}, \quad (19)$$

где t – штучно-калькуляционное время операции, ч.;

$N_{год}$ – годовая программа выполнения деталей, шт.;

$N_{\text{год}} = 450$ шт. базовый вариант; $N_{\text{год}} = 2000$ шт. проектируемый вариант;

$F_{\text{об}}$ – действительный фонд времени работы оборудования;

$K_{\text{ВН}}$ – коэффициент выполнения норм времени, $K_{\text{ВН}} = 1,02$;

K_3 – нормативный коэффициент загрузки оборудования, для серийного производства; $K_3 = 0,75 \div 0,85$.

Рассчитываем действительный годовой фонд времени работы оборудования по формуле[16]:

$$F_{\text{об}} = F_n \left(1 - \frac{K_p}{100} \right), \quad (20)$$

где F_n – номинальный фонд времени работы единицы оборудования, ч.;

K_p – потери номинального времени работы единицы оборудования на ремонтные работы, %.

Номинальный фонд времени работы единицы оборудования определяется по производственному календарю на текущий год (365 – календарное количество дней; 117 – количество выходных и праздничных дней; 242 – количество рабочих дней, из них: 6 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 236 – рабочие дни продолжительностью 8 ч). Отсюда количества рабочих часов оборудования (номинальный фонд):

- при односменной работе составляет:

$$F_n = 242 \cdot 8 + 6 \cdot 7 = 1978 \text{ ч};$$

- при двухсменной работе (базовый вариант):

$$F_n = 1978 \cdot 2 = 3956 \text{ ч.}$$

- при трёхсменной работе (станок с ЧПУ):

$$F_n = 1978 \cdot 3 = 5934 \text{ ч.}$$

Потери рабочего времени на ремонтные работы равны 2,0% рабочего времени универсального оборудования и 9,0% для станка с ЧПУ. Отсюда действительный фонд времени работы оборудования, составляет:

$$F_{об} = 3956 \cdot \left(1 - \frac{2}{100}\right) = 3877 \text{ ч базовый вариант.}$$

$$F_{об} = 5934 \cdot \left(1 - \frac{9}{100}\right) = 5400 \text{ ч проектируемый вариант.}$$

Определяем количество станков по штучно-калькуляционному времени по формуле (19). Данные по расчетам сводим в таблицу 16 по базовому варианту.

$$C_{16K20} = 11.4 \times 450 / 3877 \times 0.85 \times 1.02 = 1.2 \text{ шт}$$

$$C_{3M125} = 6.55 \times 450 / 3877 \times 0.85 \times 1.02 = 0.87 \text{ шт}$$

$$C_{2H55} = 9 \times 450 / 3877 \times 0.85 \times 1.02 = 1.2 \text{ шт}$$

$$C_{6P12} = 3.2 \times 450 / 3877 \times 0.85 \times 1.02 = 0.42 \text{ шт}$$

Определяем количество станков по штучно-калькуляционному времени, согласно раздела 4.2. по формуле (19). Данные по расчетам сводим в таблицу 18 по проектируемому варианту.

$$C_{T-T7AM} = 14,6 \times 2000 / 5400 \times 0.85 \times 1.02 = 0.19 \text{ шт}$$

После расчета всех операций значений ($T_{шт. (шт-к)}$) и (C_p), устанавливаем принятое число рабочих мест ($C_{п}$), округляя для ближайшего целого числа полученное значение (C_p) [16].

Таблица 17 - Количество станков по штучно-калькуляционному времени по базовому варианту

Модель станка	Штучно-калькуляционное время ($T_{шт. (шт-к)}$), ч.	Расчетное количество станков, C_p	Принимаемое количество станков, $C_{п}$	Кз.ф.
16K20	11.4	1,5	1	0,75
3M125	6,5	0,87	1	0,87
2H55	9	1,2	1	0,6
6P12	3,2	0,42	1	0,42
	$\Sigma T_{шт. (шт-к)} = 30.1$	3,99	$\Sigma C_{п} = 4$	

Таблица 18 - Количество станков по штучно-калькуляционному времени по проектируемому варианту

Модель станка	Штучно-калькуляционное время ($T_{шт. (ш-к)}$), ч.	Расчетное количество станков, C_p	Принимаемое количество станков, C_n	Кз.ф.
T-7AM	14,6	0,98	1	0,98
	$\Sigma T_{шт. (ш-к)} = 14,6$	0,98	$\Sigma C_n = 1$	

Определение капитальных вложений в оборудование

Сводная ведомость оборудования представлена в таблице 19 по базовому варианту, по проектируемому в таблице 20

Таблица 19 – Сводная ведомость оборудования по базовому варианту

Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Мощность, кВт		Стоимость одного станка, тыс. р.			Стоимость всего оборудования, тыс. р.
			Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Первоначальная стоимость	
Токарный	16K20	1	11	11	220	22	240	240
Шлифовальный	3M125	1	7,5	7,5	145	14,5	159,5	159,5
Радиально-сверлильный	22H55	1	7,5	7,5	200	20	220	220
Фрезерный	6P12	1	11	11	185	18,5	203,5	203,5
Итого		4		37	750		823	823

Таблица 20 – Сводная ведомость оборудования по проектируемому варианту

Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Мощность, кВт		Стоимость одного станка, тыс. р.				Стоимость всего оборудования, тыс. р.
			Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Демонтаж	Первоначальная стоимость	
станок с ЧПУ	T-7AM	1	18,5	18,5	5000	432	50	5000	5482
Итого		1		18,5					5482

Капитальные вложения в оборудование ($K_{об}$) с учётом загрузки станка на 15% составляют $0,22 \cdot 5482 = 1206$ тыс. р.

4.3. Расчет технологической себестоимости детали

Текущие затраты на обработку детали рассчитываются только по тем статьям затрат, которые изменяются в сравниваемых вариантах.

В общем случае технологическая себестоимость складывается из следующих элементов, согласно формуле [16]:

$$C = Z_{зп} + Z_{э} + Z_{об} + Z_{осн} + Z_{и}, \quad (22)$$

где $Z_{зп}$ – затраты на заработную плату, р.;

$Z_{э}$ – зарплата на технологическую энергию, р.;

$Z_{об}$ – затраты на содержание и эксплуатацию оборудования, р.;

$Z_{осн}$ – затраты, связанные с эксплуатацией оснастки, р.;

$Z_{и}$ – затраты на малоценный инструмент, р.

Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих, участвующих в технологическом процессе обработки детали.

Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле [16]:

$$Z_{зп} = Z_{пр} + Z_{н} + Z_{к} + Z_{тр}, \quad (23)$$

где $Z_{пр}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование производственных рабочих, р.;

Z_n - основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование наладчиков, р.;

Z_k - основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование контролеров, р.;

$Z_{тр}$ - основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование транспортных рабочих, р.

Численность станочников вычисляем по формуле [16]:

$$Ч_{ст} = \frac{t \cdot N_{год} \cdot k_{мн}}{F_p}, \quad (24)$$

где F_p –действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, 1978 ч.;

$k_{мн}$ – коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание,

$k_{мн} = 1$;

t – штучно-калькуляционное время операции, мин;

$N_{год}$ – годовая программа выпуска деталей, базовый вариант $N_{год} = 450$ шт., по проектируемому варианту $N_{год} = 2000$ шт.

Действительный фонд времени работы станочника определяется по производственному календарю на текущий год (365 – календарное количество дней; 117 – количество выходных и праздничных дней; 242 – количество рабочих дней, из них: 6 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 236 – рабочие дни продолжительностью 8 ч; потери: 24 – отпуск очередной, 2 – потери пол больничному листу, 6 – прочие; итого потерь – 32 дня.). Отсюда количество рабочих часов станочника составляет 1674 ч.

Принимаем заработную плату производственных рабочих и рассчитываем численность рабочих по формуле (24). Результаты вычислений сводим в таблицу 21 по проектируемому варианту в таблице 22.

Таблица 21 – Затраты на заработную плату станочников по базовому варианту

Наименование операции	Разряд	Часовая тарифная ставка, р.	Штучно-калькуляционное время, ч	Заработная плата, р	Расчётная численность станочников, чел.
Токарная	3	105,4	11,4	52,7	2
Шлифовальная	4	125,5	6,5	119,2	1
Сверлильная	3	110,1	9	99,1	1
Фрезерная	3	105,4	3,2	52,7	2
Итого				271,0	

Определим затраты на заработную плату на годовую программу:

$$\text{Ззп} = 271 \cdot 450 = 121950 \text{ р.}$$

$$K_{\text{мн}} = 1; K_{\text{доп}} = 1,16; K_p = 1,15.$$

$$\text{Ззп} = 121950 \cdot 1 \cdot 1,16 \cdot 1,15 = 162681,3 \text{ р.}$$

Таблица 22 – Затраты на заработную плату станочников по проектируемому варианту

Наименование операции	Разряд	Часовая тарифная ставка, р.	Штучно-калькуляционное время, ч	Заработная плата, р	Численность станочников, чел.
Токарная с ЧПУ	3	128,5	14,6	68,1	1
Итого				68,1	1

Определим затраты на заработную плату на годовую программу:

$$\text{Ззп} = 68,1 \cdot 2000 = 136200 \text{ р.}$$

$$K_{\text{мн}} = 1; K_{\text{доп}} = 1,16; K_p = 1,15.$$

$$\text{Ззп} = 136200 \cdot 1 \cdot 1,16 \cdot 1,15 = 177148,5 \text{ руб.}$$

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле:

$$Z_{\text{всп}} = \frac{C_T^{\text{всп}} \cdot F_p \cdot T_{\text{всп}} \cdot K_{\text{доп}} \cdot K_p}{N_{\text{год}}}, \quad (25)$$

где F_p – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, ч.;

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска деталей, $N_{\text{год}} = 450$ шт.;

K_p – районный коэффициент, $K_p = 1,2$;

$K_{\text{доп}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату,

$$K_{\text{доп}} = 1,23;$$

$C_T^{\text{всп}}$ – часовая тарифная ставка рабочего соответствующей специальности и разряда, р.;

$Ч_{\text{всп}}$ – численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда, р.

Численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда определяется по формуле:

$$Ч_{\text{нал}} = \frac{g_n \cdot n}{N}, \quad (26)$$

где g_n – расчетное количество оборудования, согласно расчетам, составляет

$$g_n = 0,32 \text{ шт.};$$

n – число смен работы оборудования, $n = 2$;

N – число станков, обслуживаемых одним наладчиком, $N = 8$ шт.

$$Ч_{\text{нал}} = \frac{0,32 \cdot 2}{8} = 0,08 \text{ чел.}$$

Численность транспортных рабочих составляет 5% от числа станочников, численность контролеров – 7% от числа станочников, отсюда:

$$Ч_{\text{трансп.}} = 0,08 \cdot 0,05 = 0,01 \text{ чел.};$$

$$Ч_{\text{контр.}} = 0,08 \cdot 0,07 = 0,01 \text{ чел.}$$

По формуле произведем вычисления заработной платы вспомогательных рабочих:

$$З_{\text{нал}} = \frac{75,9 \cdot 1674 \cdot 0,08 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{450} = 33,3 \text{ р.};$$

$$З_{\text{трансп.}} = \frac{59,2 \cdot 1674 \cdot 0,01 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{450} = 3,3 \text{ р.};$$

$$З_{\text{контр.}} = \frac{55,8 \cdot 1674 \cdot 0,01 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{450} = 3,1 \text{ р.}$$

Данные о численности вспомогательных рабочих и заработной плате, приходящуюся на одну деталь по каждому их вариантов, сводим в таблицу 23 по проектируемому в таблицу 24.

Таблица 23 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по базовому варианту

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, р.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, р.
Наладчик	79,5	0,08	33,3
Транспортный рабочий	59,2	0,01	3,3
Контролер	55,8	0,01	3,1
Итого		0,10	39,7

Определим затраты на заработную плату за год:

$$З_{\text{зп}} = 39,7 \cdot 450 = 17865 \text{ р.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле (23):

$$З_{\text{зп}} = 162681,3 + 17865 = 180546,3 \text{ р.}$$

Таблица 24 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по проектируемому варианту

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, р.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, р.
Наладчик	79,5	0,08	8,1
Транспортный рабочий	59,2	0,01	0,8
Контролер	55,8	0,01	0,7
Итого		0,10	9,6

Определим затраты на заработную плату за год:

$$З_{\text{зп}} = 9,6 \cdot 1950 = 18720 \text{ р.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле (23):

$$З_{\text{зп}} = 177148,5 + 18720 = 195868,5 \text{ р.}$$

Отчисления в социальный фонд.

Отчисления в социальный фонд страхования составляют 30% от фонда заработной платы.

$$\text{Базовый вариант } 180546,3 \cdot 0,3 = 54163,9 \text{ р.}$$

$$\text{Проектируемый вариант } 198868,5 \cdot 0,3 = 58760,6 \text{ р.}$$

4.4. Затраты на электроэнергию

Затраты на электроэнергию, расходуемую на выполнение одной деталиеоперации, рассчитываем по формуле [16]:

$$З_э = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{вр} \cdot k_{од} \cdot k_w \cdot t}{\eta \cdot k_{вн}} \cdot Ц_э, \quad (27)$$

где N_y – установленная мощность главного электродвигателя (по паспортным данным), кВт;

k_N – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности,

$$k_N = 0,2 \div 0,4;$$

$k_{вр}$ – средний коэффициент загрузки электродвигателя по времени, для крупносерийного производства $k_{вр} = 0,7$;

$k_{од}$ – средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей станка, $k_{од} = 0,75$ – при двух двигателях и $k_{од} = 1$ – при одном двигателе;

k_w – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети предприятия, $k_w = 1,04 \div 1,08$;

η – коэффициент полезного действия оборудования (по паспорту стенка);

$k_{вн}$ – коэффициент выполнения норм, $k_{вн} = 1,02$;

$Ц_э$ – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, $Ц_э = 3,3$ р.

Производим расчеты по вариантам по формуле (27):

$$З_э(6P12) = \frac{11 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 0,5}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,3 = 3,3 \text{ р.};$$

$$З_э(3M125) = \frac{7,5 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 0,95}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,3 = 4,3 \text{ р.};$$

$$З_э(2H55) = \frac{7,5 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 0,90}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,3 = 4,1 \text{ р.};$$

$$З_э(16K20) = \frac{11 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 0,5}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,3 = 3,3 \text{ р.};$$

$$З_3(T-7AM) = \frac{18,5 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 0,53}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 2,35 = 4,2 \text{ р.};$$

Результаты расчетов по вариантам сводим в таблицу 25 по проектируемому варианту в таблицу 26.

Таблица 25 – Затраты на электроэнергию по базовому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч	Затраты на электроэнергию, р.
16K20	11	11,4	3,3
3M125	7,5	6,5	4,3
2H55	7,5	9	4,1
6P12	11	3,2	3,3
Итого			11,7

Определим затраты на электроэнергию плату за год:

$$З_3 = 11,7 \cdot 450 = 5262 \text{ р.}$$

Таблица 26 – Затраты на электроэнергию по проектируемому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч	Затраты на электроэнергию, р.
T-7AM	18,5	14,6	4,2
Итого			4,2

Определим затраты на электроэнергию за год:

$$З_3 = 4,2 \cdot 2000 = 8400 \text{ р.}$$

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле:

$$З_{об} = C_{ам} + C_{рем}, \quad (28)$$

где $C_{рем}$ – затраты на ремонт технологического оборудования, р.;

$C_{ам}$ – амортизационные отчисления от стоимости технологического оборудования, р.

Амортизационные отчисления на каждый вид оборудования определяют по формуле [26]:

$$C_{ам} = \frac{Ц_{об} \cdot H_{ам} \cdot t}{F_{об} \cdot k_z \cdot k_{вн}}, \quad (29)$$

где $Ц_{об}$ – цена единицы оборудования, р.;

$H_{ам}$ – норма амортизационных отчислений, $H_{амБ} = 12\%$ для базового оборудования, $H_{амН} = 8\%$ - для нового оборудования;

t – штучно-калькуляционное время, мин;

$F_{об}$ – годовой действительный фонд работы оборудования, $F_{обБаз} = 3877$ ч. и $F_{обНОВ} = 5400$ ч;

k_z – нормативный коэффициент загрузки оборудования, $k_z = 0,85$;

$k_{вн}$ – коэффициент выполнения норм, $k_{вн} = 1,02$.

Производим расчеты по вариантам по формуле (29):

$$C_{ам}(6P12) = \frac{203500 \cdot 0,12 \cdot 11,4}{3877 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 3,6 \text{ р.};$$

$$C_{ам}(3M125) = \frac{159500 \cdot 0,12 \cdot 6,5}{3877 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 5,4 \text{ р.};$$

$$C_{ам}(2H55) = \frac{220000 \cdot 0,12 \cdot 0,90}{3877 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 7,1 \text{ р.};$$

$$C_{ам}(16K20) = \frac{203500 \cdot 0,12 \cdot 0,5}{3877 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 3,6 \text{ р.};$$

$$C_{ам}(T-7AM) = \frac{3410000 \cdot 0,08 \cdot 14,6}{5400 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 18,1 \text{ р.}$$

Затраты на текущий ремонт оборудования ($C_{рем}$) определяем по количеству ремонтных единиц и стоимости одной ремонтной единицы:

$$Ц_{РЕБаз} = 372 \text{ р.}, Ц_{РЕНОВ} = 891 \text{ р.}$$

Вычисления производим по формуле

$$C_{рем} = \frac{Ц_{РЕ} \cdot \Sigma Re}{t \cdot N_{год}}, \quad (30)$$

где ΣRe - суммарное количество ремонтных единиц по количеству станков одного типа;

t – штучно-калькуляционное время, мин;

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска деталей.

Производим вычисление затрат на текущий ремонт оборудования по формуле (30):

$$C_{\text{рем}}(6P12) = \frac{372 \cdot 1}{11,4 \cdot 450} = 1,7 \text{ р.}; C_{\text{рем}}(3M125) = \frac{372 \cdot 1}{3,2 \cdot 450} = 0,9 \text{ р.}$$

$$C_{\text{рем}}(2H55) = \frac{372 \cdot 1}{9 \cdot 450} = 0,9 \text{ р.}; C_{\text{рем}}(126K20) = \frac{372 \cdot 1}{3,2 \cdot 450} = 1,7 \text{ р}$$

$$C_{\text{рем}}(T-7AM) = \frac{891 \cdot 1}{14,6 \cdot 2000} = 0,8 \text{ р.}$$

Результаты расчета затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования по базовому варианту заносим в таблицу 27 по проектируемому в таблицу 28.

Таблица 27 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования базовый вариант

Модель станка	Стоимость, тыс. р.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, ч	Амортизационные отчисления, р.	Затраты на ремонт, р.
16K20	203,5	1	12	11,4	3,6	1,7
3M12	159,5	1	12	6,5	5,4	0,9
2M55	220,0	1	12	9	7,1	0,9
6P12	203,5	1	12	3,2	16,1	3,5
Итого					16,1	3,5

Таблица 28 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования проектируемый вариант

Модель станка	Стоимость, тыс. р.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, ч	Амортизационные отчисления, р.	Затраты на ремонт, р.
T-7AM	5000,0	1	8	14,6	18,1	0,8
Итого					18,1	0,8

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле (28):

$$З_6 = 16,1 + 3,5 = 19,6 \text{ р.}$$

$$З_п = 18,1 + 0,8 = 18,9 \text{ р.}$$

Затраты на эксплуатацию инструмента

Затраты на эксплуатацию инструмента в базовой технологии вычисляем по формуле:

$$З_и = \frac{Ц_и + \beta_n \cdot Ц_n}{T_{ст} \cdot N_{год} \cdot (\beta_n + 1)} \cdot T_m \cdot \eta_и, \quad (31)$$

где $Ц_и$ – цена единицы инструмента, р;

β_n – число переточек;

$Ц_n$ – стоимость одной переточки;

$T_{ст}$ – период стойкости инструмента;

T_m – машинное время;

$\eta_и$ – коэффициент случайной убыли инструмента, $\eta_и = 0,98$;

$N_{год}$ – годовая программа выпуска деталей, $N_{год} = 450$.

В таблице 29 укажем инструмент, используемый в базовом тех. процессе и время работы инструмента.

Таблица 29 – Перечень инструмента базового тех. процесса

№ опер	Наименование	Т _м , мин	№ опер	Наименование	Т _м , мин
005	Фреза торцевая Ø160 ГОСТ 26595	6,8	010	Резец угловой ГОСТ 18875	12,6
005	Фреза торцевая Ø100 ГОСТ 26595	4,5	015	Сверло ГОСТ 10903	18,5
010	Резец расточной ГОСТ 18883	15,5	015	Зенкер ГОСТ 12489	14,3
010	Резец канавочный ГОСТ 18885	2,2	015	Метчик М8 ГОСТ 3449	26,8

Производим расчет затрат на эксплуатацию инструмента по базовому тех. процессу (для стандартного инструмента) по формуле (31):

$$З_м = 356,7 \text{ руб.}$$

На основании опыта внедрения инструмента на ряде предприятий уральского региона предлагается вычислять затраты на эксплуатацию прогрессивного инструмента по формуле:

$$Z_{\text{эи}} = (C_{\text{пл}} \cdot n + (C_{\text{корп}} + k_{\text{компл}} \cdot C_{\text{компл}}) \cdot Q^{-1}) \cdot T_{\text{маш}} \cdot (T_{\text{ст}} \cdot b_{\text{фи}} \cdot N)^{-1}, \quad (32)$$

где $Z_{\text{эи}}$ - затраты на эксплуатацию сборного инструмента, р.;

$C_{\text{пл}}$ - цена сменной многогранной пластины, р.;

n - количество сменных многогранных пластин, установленных для одновременной работы в корпусе сборного инструмента, шт.;

$C_{\text{корп}}$ - цена корпуса сборного инструмента (державки токарного резца, корпуса сборной фрезы/сверла), р.;

$C_{\text{компл}}$ - цена набора комплектующих изделий (опорных пластин, клиновых прижимов, накладных стружколомов, винтов, штифтов, рычагов и т. п.), р.;

$k_{\text{компл}}$ – коэффициент, учитывающий количество наборов комплектующих изделий, используемых в 1 корпусе (державке) сборного инструмента в течение времени его эксплуатации, шт.

Коэффициент - эмпирический, величина его зависит от условий использования инструмента и качества его изготовления, от режимов резания и общего уровня технической культуры предприятия. Максимальное значение $k_{\text{компл}} = 5$ соответствует обдирочному точению кованных или литых заготовок с соответствующим качеством обрабатываемых поверхностей;

Q - Количество сменных поворотных пластин, используемых в 1 корпусе (державке) сборного инструмента в течение времени его эксплуатации, шт.

Величина Q также определена опытным путем и зависит от условий обработки и формы сменной пластины. Значения показателя Q рекомендованные для условий получистовой токарной обработки представлены в таблице 30;

N - Количество вершин сменной многогранной пластины, шт. Для круглой пластины рекомендуется принимать $N = 6$);

$b_{\text{фи}}$ - коэффициент фактического использования, связанный со случайной убылью инструмента. Экспериментальные данные показывают диапазон изменения величины коэффициента от 0,87 при черновой обработке до 0,97 при чистовой обработке;

$T_{\text{маш}}$ - машинное время, мин;

$T_{\text{ст}}$ - период стойкости инструмента, мин.

В таблицу 30 внесем параметры инструмента.

Таблица 30 – Параметры прогрессивного инструмента

Операция	Инструмент	Машинное время, мин	Цена единицы инструмента, руб.	Суммарный период стойкости инструмента, мин	Затраты на переточку инструмента, руб.	Коэффициент убыли	Итого затраты, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8
005	Резцовая головка CoroTurn RC C4-DCLNR/R-27050-12	4,6	15560 630	310	-	0,90	1,12
005	Расточная оправка CoroTurn RC A32-DCLNR/R 12	2,5	13560 540	290	-	0,90	1,85
005	Фреза концевая CoroMill Plura ø16мм R216.24-16050ССК36Р	3,6	14560 570	280	-	0,90	1,44
	Головка 870-2200-22-PM	8,9	8120 480	280	-	0,90	1,88
	Пластина CNMG 12 04 08-WF	2,5	8500 510	310	-	0,90	0,88
	Сверло CoroDrill 870 ø22мм 870-2200-22L25-3	3,7	3520	370	550	0,90	1,22
	Фреза концевая CoroMill Plura ø16мм R216.24-16050ССК36Р	0,01	700	420	-	0,90	2,52
	Сверло CoroDrill 860 ø16мм 860.1-1600-062A1-PM	0,24	3200	310	710	0,90	3,12

Окончание таблицы 30

1	2	3	4	5	6	7	8
010	Резцовая головка CoroTurn RC C4- DCLNR/L-27050-12	0,3	3510	320	750	0,9	1,15
	Сверло CoroDrill 860 ø10,25мм 860.2-1025- 026A1-PM	5,6	4200	350	710	0,9	3,65
	Фреза концевая CoroMill Plura M12x1,75 R217.14C095175AK26N	0,4	3850	370	740	0,9	0,91
Ито го							376,4

Затраты на оснастку

Затраты на оснастку вычисляем по формуле

$$З_{\text{осн}} = \frac{g_p \cdot H_{\text{прс}} \cdot Ц_{\text{прс}} \cdot N_{\text{ам}}^{\text{прс}}}{N_{\text{год}} \cdot 100}, \quad (33)$$

где g_p – принятое количество оборудования, ($g_p = 4$ шт.);

$H_{\text{прс}}$ – количество приспособлений на единицу оборудования, ($H_{\text{прс}} = 1$);

$Ц_{\text{прс}}$ – стоимость приспособлений, ($Ц_{\text{прс1}} = 25600$ р., $Ц_{\text{прс2}} = 15631$ р.,

$Ц_{\text{прс3}} = 12563$ р.).

$N_{\text{ам}}^{\text{прс}}$ – норма амортизационных отчислений на приспособления,

($N_{\text{ам}}^{\text{прс}} = 66\%$);

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска деталей, $N_{\text{год}} = (450$ шт.).

Производим расчет затраты на оснастку по формуле (33):

$$З_{\text{осн}} = \frac{4 \cdot 1 \cdot (25600 + 15631 + 12563) \cdot 66}{450 \cdot 100} = 78,9 \text{ р.}$$

Результаты расчетов технологической себестоимости годового объема выпуска детали сводим в таблицу 31.

Таблица 31 – Технологическая себестоимость обработки детали

Статьи затрат	Сумма, руб. Базовый вариант	Сумма, руб. Проектируемый вариант
Заработная плата с начислениями	521,6	132,1
Затраты на технологическую электроэнергию	11,7	4,2
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	19,6	18,9
Затраты на эксплуатацию оснастки	78,9	0
Затраты на инструмент	15,13	22,90
Итого	646,93	178,10

Определение годовой экономии от изменения техпроцесса

Одним из основных показателей экономического эффекта от спроектированного варианта технологического процесса является годовая экономия, полученная в результате снижения себестоимости:

$$\mathcal{E}_{год} = (C_{б} - C_{пр}) \cdot N_{год}, \quad (34)$$

где $C_{б}$; $C_{пр}$ – технологическая себестоимость одной детали по базовому и проектируемому вариантам соответственно, р.;

$N_{год}$ – годовая программа выпуска деталей, шт.

$$\mathcal{E}_{год. б.} = (646,93 - 178,1) \cdot 2000 = 914218,5 \text{ р.}$$

Анализ уровня технологии производства

Анализ уровня технологии производства являются составляющей частью анализа организационно-тематического уровня производства.

Удельный вес каждой операции определяется по формуле:

$$Y_{оп} = \frac{T^t}{T} \cdot 100\%, \quad (35)$$

где T^t – штучно-калькуляционное время на каждую операцию;

T – суммарное штучно-калькуляционное время обработки детали.

Производим расчеты удельного веса операции по формуле (35) по базовому варианту:

$$Y_{\text{оп}}(6P12) = \frac{11,4}{2,35} \cdot 100\% = 21,3\%;$$

$$Y_{\text{оп}}(2620) = \frac{6,5}{2,35} \cdot 100\% = 40,4\%;$$

$$Y_{\text{оп}}(2H55) = \frac{9}{2,35} \cdot 100\% = 38,3\%;$$

$$Y_{\text{оп}}(16K20) = \frac{3,2}{2,35} \cdot 100\% = 59,5\%;$$

$$Y_{\text{оп}}(T-7AM) = \frac{14,6}{14,6} \cdot 100\% = 100\% - \text{по проектируемому варианту.}$$

Доля прогрессивного оборудования

Доля прогрессивного оборудования определяется по его стоимости в общей стоимости использования оборудования и по количеству. Удельный вес по количеству прогрессивного оборудования определяется по формуле:

$$Y_{\text{пр}} = \frac{g_{\text{пр}}}{g_{\Sigma}} \cdot 100\%, \quad (36)$$

где $g_{\text{пр}}$ – количество единиц прогрессивного оборудования, $g_{\text{пр}} = 1$ шт.;
 g_{Σ} – общее количество использованного оборудования, $g = 1$ шт.

$$Y_{\text{пр}} = \frac{1}{1} \cdot 100\% = 100\%.$$

Определим производительность труда на программных операциях:

$$B = \frac{F_p \cdot K_{\text{вн}} \cdot 60}{t}, \quad (37)$$

где F_p – действительный фонд времени работы одного рабочего, ч.;
 $K_{\text{вн}}$ – коэффициент выполнения норм;
 t – штучно-калькуляционное время, мин.

Производительность труда в усовершенствованном техпроцессе:

$$B_{\text{пр.}} = \frac{1674 \cdot 1,2 \cdot 60}{31,97} = 3770 \text{ шт} / \text{чел.год}$$

Производительность труда в базовом техпроцессе:

$$B_{\text{б.}} = \frac{1647 \cdot 1,2 \cdot 60}{141} = 841 \text{ шт} / \text{чел.год}$$

Рост производительности труда:

$$\Delta B = \frac{B_{np} - B_{\delta}}{B_{\delta}} \cdot 100\%, \quad (38)$$

где B_{np} , B_{δ} – производительность труда соответственно проектируемого и базового вариантов.

$$\Delta B = \frac{3770 - 841}{841} \cdot 100\% = 348,3\%$$

В таблице 32 представлены технико-экономические показатели проекта.

Таблица 32 - Техничко-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Ед. изм.	Значения показателей		Изменение показателей
		базовый вариант	проектный вариант	
Годовой выпуск деталей	шт.	450	2000	+1550
Количество оборудования	шт.	4	1	-3
Количество рабочих	чел.	4	1	-3
Сумма инвестиций	тыс. руб.		3489,95	
Трудоёмкость обработки одной детали	н/ч	2,35	0,53	-1,82
Технологическая себестоимость одной детали, в том числе: - затраты на инструмент - заработная плата рабочих	руб.	646,93 15,13 521,6	178,1 22,9 132,1	-468,83 +7,77 -389,5
Доля прогрессивного оборудования	%	-	100	100
Производительность труда	шт/чел.год	841	3770	+2929
Сменность		2	3	+1
Рост производительности труда	%	100	438,3	+348,3
Коэффициент загрузки оборудования		0,16	0,22	+0,06
Годовой условный экономический эффект	тыс. руб.	-	914,22	-
Срок окупаемости	года	-	3,82	-

Как видно из расчётов себестоимость продукции снижается в 3,63 раза в результате роста производительности труда, повышения загрузки оборудования, сокращения удельных затрат материалов, электроэнергии.

Рост производительности труда обуславливает увеличение объема выпуска продукции с 450 шт. до 2000 шт. в год, что при неизменных материальных и трудовых затратах также ведет к снижению себестоимости продукции.

В результате совершенствования технологии механической обработки детали «корпус гидроцилиндра шибера затвора», расчета снижения трудоемкости технологического процесса и роста производительности труда, связанных с внедрением в производство более эффективного металлообрабатывающего оборудования был получен годовой экономический эффект в размере 914,22 т.р. и срок окупаемости проекта 3,82 года.

5. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

5.1. Вводная часть

В настоящей выпускной квалификационной работе совершенствуется технологический процесс изготовления детали «Корпус гидроцилиндра шибера затвора». Совершенствование технологического процесса изготовления детали ведется в направлении изменения типа и формы заготовки, применения современного оборудования с числовым программным управлением, применения современного металлорежущего инструмента зарубежных фирм.

Результатом совершенствования технологического процесса изготовления детали «Корпус гидроцилиндра шибера затвора», помимо роста производительности обработки, стало изменение характера труда производственных рабочих – в частности с уменьшилось количество операций, выполняемых на универсальном оборудовании, поэтому уменьшилось количество основных рабочих токарей, фрезеровщиков, слесарей механосборочных работ, особенно невысоких разрядов. В то же время потребовались рабочие, способные вести работу на станках с ЧПУ и в частности – операторы станков с программным управлением, наладчики станков с программным управлением и операторы-наладчики обрабатывающих центров с ЧПУ.

Следовательно, в методической части выпускной квалификационной работы рассмотрим особенности и структуру переподготовки рабочих по профессии «Токарь» 4 разряда на профессию «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» третьего разряда. Переподготовка ведется на базе негосударственного образовательного частного учреждения дополнительного профессионального образования «Институт опережающего образования».

Цель разработки методической части: разработать учебную программу для переподготовки токарей по профессии «Оператор обрабатывающих

центров с ЧПУ» третьего разряда и разработать занятие теоретического обучения для данной переподготовки.

Цель разработки определяет ее следующие задачи:

1. Описать условия организации и поведения учебного процесса на базе негосударственного образовательного частного учреждения дополнительного профессионального образования «Институт опережающего образования».

2. Провести сравнительный анализ профессиональных стандартов, ориентированных на подготовку по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» на уровне третьего разряда.

3. Разработать учебно-тематический план переподготовки токарей четвертого разряда по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» на уровне третьего разряда.

4. Выбрать тему и разработать оп теме перспективно-тематический план.

5. Выбрать занятие и разработать план занятия, план-конспект и методическое обеспечение к учебному занятию – «Системы ЧПУ Sinumerik».

5.2. Описание условий обучения в негосударственном образовательном частном учреждении дополнительного профессионального образования «Институт опережающего образования»

По согласованию с кадровой службой предприятия переподготовка по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» ведется на базе негосударственного образовательного частного учреждения дополнительного профессионального образования «Институт опережающего образования» (НОЧУ ДПО «Институт опережающего образования»), расположенного в г. Екатеринбурге по адресу ул. Артинская, 4.

НОЧУ ДПО «Институт опережающего образования» обладает необходимой материальной базой и преподавательским составом, позволяющим вести обучения по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ». Образовательная деятельность лицензирована – лицензия на

право ведения образовательной деятельности № 3700 от 02 июня 2011 г. Выдана Министерством общего и профессионального образования Свердловской области.

В НОЧУ ДПО «Институт опережающего образования» ведется подготовка последующим профессиям, связанных с механообработкой и сборкой:

Токарь

Фрезеровщик

Слесарь-ремонтник

Оператор станков с программным управлением.

В ходе подготовки по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» в НОЧУ ДПО «Институт опережающего образования» предполагается, что оператор производит наладку станка и запускает его в работу.

Обычно машина обрабатывает одну деталь длительное время, поэтому оператор может обслуживать несколько станков или выполнять другие функции с различными инструментами. Это делает работу более интересной, но вместе с тем требует умений планирования работы.

Оператор станков с ПУ должен знать:

- устройство, принципиальные схемы оборудования и взаимодействие механизмов станков с программным управлением, правила их подналадки
- корректировку режимов резания по результатам работы станка
- основы электротехники, электроники, механики, гидравлики, автоматики в пределах выполняемой работы
- организацию работ при многостаночном обслуживании станков с программным управлением
- устройство и правила пользования контрольно-измерительными инструментами и приборами

- основные способы подготовки программы
- определение неисправности в станках и системе управления
- способы установки инструмента в инструментальные блоки
- способы установки приспособлений и их регулировки
- приемы, обеспечивающие заданную точность изготовления деталей
- качества и параметры шероховатости
- правила чтения чертежей обрабатываемых деталей.

Срок обучения по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» в НОЧУ ДПО «Институт опережающего образования» составляет три месяца, а учебный график – 6 дней в неделю. Рабочие дни – по 4 часа в неделю, а суббота – по 8 часов в неделю. При этом на теоретическое обучения отводится 6 недель и 7 недель на производственное обучение после чего следуют квалификационные испытания.

Производственное обучения ведется на предприятии с использованием имеющегося на предприятии оборудования. При этом к обучаемым прикрепляется наставник из опытных работников предприятия.

Обучение программированию ведется непосредственно на базе учебного центра, который имеет учебные рабочие места – 6 мест для подготовки по профессии «оператор станков с ЧПУ», оснащенные учебными имитационными стойками Сименс с системой ЧПУ Синомерик 840Di (приведена на рисунке).



Рисунок 20 – Оборудование для обучения операторов
программированию

Стоимость обучения составляет 15000руб, возможен наличный и безналичный платеж, рассрочка.

Помимо этого, Институт опережающего образования проводит дистанционное обучение по всем курсам. Для того, чтобы записаться на обучение просто нужно выйти на дистанционный портал НОЧУ ДПО «Институт опережающего образования» и обязательно указать, что необходимо обучение по дистанционной форме обучения, после чего обучаемый получает индивидуальный логин и пароль для доступа к portalу.

Таким образом, НОЧУ ДПО «Институт опережающего образования» - новый проект команды профессионалов, которые в условиях конкуренции и кризиса вывели на рынок Центр обучения профессии «ИнфоЛАЙНЕР», спроектировали и организовали дополнительное профессиональное образование в соответствии с требованиями надзорных органов, получили признание предприятий и организаций г. Екатеринбурга, Свердловской области и других регионов России как добросовестного и социально ориентированного.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.572 ПЗ

Лист

79

5.3. Анализ профессионального стандарта

Однозначно близким профессиональным стандартом для переподготовки по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» является Профессиональный стандарт «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» № 530н от 4 августа 2014.

Согласно данному стандарту, основная цель вида профессиональной деятельности: Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением, обработка деталей

Вид трудовой деятельности - 7223 Станочники на металлообрабатывающих станках, наладчики станков и оборудования.

Отнесение к видам экономической деятельности:

25 Производство резиновых и пластмассовых изделий

27 Металлургическое производство

29 Производство машин и оборудования

34 Производство автомобилей, прицепов и полуприцепов

35 Производство судов, летательных и космических аппаратов и прочих транспортных средств

36.1 Производство мебели

Возможные наименования должностей

Наладчик обрабатывающих центров (4-й разряд)

Оператор обрабатывающих центров (4-й разряд)

Оператор-наладчик обрабатывающих центров (4-й разряд)

Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 2-й квалификации

Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ 2-й квалификации

Наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 2-й квалификации

Рассмотрим обобщенные трудовые функции, представленные в данном Профессиональном стандарте.

В таблице 33 приведено описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в соответствии с профессиональным стандартом.

Таблица 33 - Описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в соответствии с профессиональным стандартом

Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции	
Код	Наименование	Уровень квалификации	Наименование	Уровень (подуровень) квалификации
1	2	3	4	5
А	Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей	2	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам	3
			Настройка технологической последовательности обработки и режимов резания, подбор режущих и измерительных инструментов и приспособлений	3
			Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях	3
			Отладка, изготовление пробных деталей и передача их в отдел технического контроля (ОТК)	3
			Подналадка основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы	3
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам	3
			Инструктирование рабочих, занятых на обслуживаемом оборудовании	3

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.572 ПЗ

Лист

81

Окончание таблицы 33

1	2	3	4	5
В	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности	3	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–8 квалитетам	3
			Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	3
			Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях	3
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 квалитетам	3
С	Наладка и регулировка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей и сборочных единиц с разработкой программ управления; обработка сложных деталей	4	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	4
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	4

Деталь, рассматриваемая в дипломном проекте, может быть отнесена к деталям высокой степени сложности, поэтому далее проанализируем первую обобщенную трудовую функцию – «Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей» в таблице 33.

Таблица 33 – Анализ обобщенной трудовой функции

Наименование	Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей	Код	А	Уровень квалификации и	3
Возможные наименования должностей	Наладчик обрабатывающих центров (4-й разряд) Оператор обрабатывающих центров (4-й разряд) Оператор-наладчик обрабатывающих центров (4-й разряд) Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 2-й квалификации Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ 2-й квалификации Наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 2-й квалификации				
Требования к образованию и обучению	Среднее профессиональное образование – программы подготовки квалифицированных рабочих (служащих)				
Требования к опыту практической работы	-				
Особые условия допуска к работе	Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований), а также внеочередных медицинских осмотров (обследований) в установленном законодательством Российской Федерации порядке				
	Прохождение работником инструктажа по охране труда на рабочем месте				
Дополнительные характеристики					
Наименование классификатора	Код	Наименование базовой группы, должности (профессии) или специальности			
ОКЗ	7223	Станочники на металлообрабатывающих станках, наладчики станков и оборудования			
ЕТКС	§44	Наладчик станков и манипуляторов с программным управлением 4-й разряд			
ОКНПО	010703	Наладчик станков и манипуляторов с программным управлением			

В дипломном проекте рассматривается деталь высокой степени сложности, требующая высокого уровня сформированности умений программирования обработки, поэтому остановимся на первой трудовой функции – «Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)», которая должна быть сформирована на втором уровне (подуровне) квалификации приведем ее анализ в таблице 34.

Таблица 34 – Анализ трудовой функции

Наименование	Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	Код	A/01.2	Уровень (подуровень) квалификации	3
1		2			
Трудовые действия	Корректировка чертежа изготавливаемой детали				
	Выбор технологических операций и переходов обработки				
	Выбор инструмента				
	Расчет режимов резания				
	Определение координат опорных точек контура детали				
	Составление управляющей программы				
Необходимые умения	Программировать станок в режиме MDI (ручной ввод данных)				
	Изменять параметры стойки ЧПУ станка				
	Корректировать управляющую программу в соответствии с результатом обработки деталей				
Необходимые знания	Система допусков и посадок, степеней точности; качества и параметры шероховатости				
	Параметры и установки системы ЧПУ станка				
	Наименование, стандарты и свойства материалов, крепежных и нормализованных деталей и узлов				
	Способы и правила механической и электромеханической наладки, устройство обслуживаемых одностипных станков				
	Системы управления и структура управляющей программы обрабатывающих центров с ЧПУ				
	Правила проверки станков на точность, на работоспособность и точность позиционирования				
	Устройство, правила проверки на точность одностипных обрабатывающих центров с ЧПУ				
	Устройство и правила применения универсальных и специальных приспособлений, контрольно-измерительных инструментов, приборов и инструментов для автоматического измерения деталей				
	Правила настройки и регулирования контрольно-измерительных инструментов и приборов				
	Правила заточки, доводки и установки универсального и специального режущего инструмента				

Окончание таблицы 34

1	2
	Основы электротехники, электроники, гидравлики и программирования в пределах выполняемой работы
	Правила и нормы охраны труда, производственной санитарии и пожарной безопасности
	Правила пользования средствами индивидуальной защиты
	Требования, предъявляемые к качеству выполняемых работ
	Виды брака и способы его предупреждения и устранения
	Требования по рациональной организации труда на рабочем месте
	Другие характеристики
Другие характеристики	Выполнение работ под руководством наладчика более высокой квалификации
	Наличие II квалификационной группы по электробезопасности

Рассмотренная трудовая функция стала основой для формирования тематического плана переподготовки токарей по профессии оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ на базе НОЧУ ДПО «Институт опережающего образования», который анализируется в следующем параграфе.

5.4. Разработка учебно-тематического плана переподготовки по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» на базе НОЧУ ДПО «Институт опережающего образования»

Срок обучения по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» в НОЧУ ДПО «Институт опережающего образования» составляет три месяца, а учебный график – 6 дней в неделю. Рабочие дни – по 4 часа в неделю, а суббота – по 6 часов в неделю. При этом на теоретическое обучение отводится 6 недель и 6 недель на производственное обучение, после чего следуют квалификационные испытания.

Исходя из учебного графика на теоретическое обучение на базе НОЧУ ДПО «Институт опережающего образования» отведено 156 часов, а на производственное обучение на базе предприятия – 6 недель по 40 часов в неделю – 240 часов и 6 часов на квалификационные испытания. Итого общее

число учебных часов составляет 402 часа, что в целом соответствует затратам времени на подготовку по профессии «Оператор станков с ПУ» по старым нормативам. Учебно-тематический план переподготовки по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» приведен в таблице 4.

Базовые профессии – токарь, фрезеровщик.

Уровень квалификации оператора после переподготовки – 3 разряд.

Таблица 35 – Учебно-тематический план переподготовки по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ»

Раздел, тема	Кол-во учебных часов			Форма контроля
	Общее кол-во часов	Теоретическое обучение	Практическое обучение	
1	2	3	4	5
<i>Теоретическое обучение (на базе НОЧУ ДПО «Институт опережающего образования»)</i>	156	94	62	
Охрана труда и пожарная безопасность	4	4	-	Тестирование
Допуски, посадки, технические измерения	8	8	-	Тестирование
Техническое черчение	12	4	8	Проверка чертежей
Основы материаловедения	12	8	4	Контрольные задания
Основы механики	8	8	-	Тестирование
Основы электротехники и электроники	12	8	4	Тестирование
Основы гидравлики	6	6	-	Тестирование
Металлорежущие инструменты для станков с ЧПУ	18	6	12	Контрольные задания
Оснастка для станков с ЧПУ	12	6	6	Контрольные задания
Основы технологии машиностроения	18	8	10	Контрольные задания
Устройство станков с ЧПУ	18	12	6	Контрольные задания
Основы программного управления станками с ЧПУ	24	12	12	Контрольные задания
Проверка станков на точность	4	4	-	Тестирование
<i>Теоретическое обучение (на базе предприятия)</i>	240	16	224	

Окончание таблицы 35

1	2	3	4	5
Устройство обрабатывающего центра с ЧПУ. Система координат.	16	2	14	Контрольные задания
Система управления обрабатывающим центром с ЧПУ	16	2	14	Контрольные задания
Установка заготовки и привязка ноля детали.	16	2	14	Контрольные задания
Установка и привязка инструмента	16	2	14	Контрольные задания
Токарная обработка деталей на обрабатывающем центре с ЧПУ	64	2	62	Контрольные задания
Фрезерная обработка деталей на обрабатывающем центре с ЧПУ	56	2	54	Контрольные задания
Токарно-фрезерная обработка деталей на обрабатывающем центре с ЧПУ	48	2	46	Контрольные задания
Особенности многоинструментальной обработки на станке с ЧПУ	8	2	6	Контрольные задания
Квалификационный экзамен	6	2	4	Экзамен
ИТОГО по курсу	402	110	286	

В таблице 36 показана взаимосвязь тематики обучения с требованиями профессионального стандарта, обусловленными теми трудовыми действиями, которые выполняет рабочий по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ»

Таблица 36 - Взаимосвязь тематики обучения с требованиями профессионального стандарта

Тематика обучения	Трудовые действия	Требования профессионального стандарта
Теоретическое обучение		Необходимые знания
1	2	3
Охрана труда и пожарная безопасность		Правила и нормы охраны труда, производственной санитарии и пожарной безопасности Требования по рациональной организации труда на рабочем месте Правила пользования средствами индивидуальной защиты

Продолжение таблицы 36

1	2	3
Допуски, посадки, технические измерения	Корректировка чертежа изготавливаемой детали	Система допусков и посадок, степеней точности; качества и параметры шероховатости Правила настройки и регулирования контрольно-измерительных инструментов и приборов Устройство и правила применения универсальных и специальных приспособлений, контрольно-измерительных инструментов, приборов и инструментов для автоматического измерения деталей
Техническое черчение	Корректировка чертежа изготавливаемой детали Определение координат опорных точек контура детали	Система допусков и посадок, степеней точности; качества и параметры шероховатости Наименование, стандарты и свойства материалов, крепежных и нормализованных деталей и узлов Требования, предъявляемые к качеству выполняемых работ
Основы материаловедения	Корректировка чертежа изготавливаемой детали	Наименование, стандарты и свойства материалов, крепежных и нормализованных деталей и узлов
Основы механики	Корректировка чертежа изготавливаемой детали	Наименование, стандарты и свойства материалов, крепежных и нормализованных деталей и узлов
Основы электротехники и электроники	Составление управляющей программы	Основы электротехники, электроники, гидравлики и программирования в пределах выполняемой работы
Основы гидравлики	Корректировка чертежа изготавливаемой детали	Основы электротехники, электроники, гидравлики и программирования в пределах выполняемой работы
Металлорежущие инструменты для станков с ЧПУ	Выбор инструмента	Правила заточки, доводки и установки универсального и специального режущего инструмента
Оснастка для станков с ЧПУ	Расчет режимов резания	Устройство и правила применения универсальных и специальных приспособлений, контрольно-измерительных инструментов, приборов и инструментов для автоматического измерения деталей
Основы технологии машиностроения	Выбор технологических операций и переходов обработки Расчет режимов резания	Требования, предъявляемые к качеству выполняемых работ Виды брака и способы его предупреждения и устранения

Продолжение таблицы 36

1	2	3
Устройство станков с ЧПУ	Составление управляющей программы	Способы и правила механической и электромеханической наладки, устройство обслуживаемых однотипных станков
Проверка станков на точность	Составление управляющей программы	Правила проверки станков на точность, на работоспособность и точность позиционирования Устройство, правила проверки на точность однотипных обрабатывающих центров с ЧПУ
Практическое обучение		Необходимые умения
Система управления обрабатывающим центром с ЧПУ	Расчет режимов резания	Программировать станок в режиме MDI (ручной ввод данных)
Установка заготовки и привязка ноля детали.	Корректировка чертежа изготавливаемой детали Определение координат опорных точек контура детали Выполнение работ под руководством наладчика более высокой квалификации	Изменять параметры стойки ЧПУ станка
Установка и привязка инструмента	Выбор технологических операций и переходов обработки Выполнение работ под руководством наладчика более высокой квалификации	Изменять параметры стойки ЧПУ станка
Токарная обработка деталей на обрабатывающем центре с ЧПУ	Выбор технологических операций и переходов обработки Составление управляющей программы Выполнение работ под руководством наладчика более высокой квалификации	Корректировать управляющую программу в соответствии с результатом обработки деталей
Фрезерная обработка деталей на обрабатывающем центре с ЧПУ	Выбор технологических операций и переходов обработки Составление управляющей программы Выполнение работ под руководством наладчика более высокой квалификации	Корректировать управляющую программу в соответствии с результатом обработки деталей

Окончание таблицы 36

1	2	3
Токарно-фрезерная обработка деталей на обрабатывающем центре с ЧПУ	Выбор технологических операций и переходов обработки Составление управляющей программы Выполнение работ под руководством наладчика более высокой квалификации	Корректировать управляющую программу в соответствии с результатом обработки деталей
Особенности многоинструментальной обработки на станке с ЧПУ	Выбор технологических операций и переходов обработки Составление управляющей программы Выполнение работ под руководством наладчика более высокой квалификации	Корректировать управляющую программу в соответствии с результатом обработки деталей

В рамках тематического плана переподготовки по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» третьего разряда предусмотрена тема «темы «Основы программного управления станками с ЧПУ»». В следующем параграфе проведем методический анализ данной темы.

5.3. Анализ содержания темы «Основы программного управления станками с ЧПУ» и перспективно-тематическое планирование учебного процесса

Тема «Основы программного управления станками с ЧПУ» согласно учебно-тематическому плану изучается в течение 24 часов, причем 12 часов – теоретическое и 12 часов – практическое обучение.

Это составляет 6 занятий теоретического обучения и 6 занятий практического обучения. Рассмотрим содержание темы в распределение часов на теоретическое и практическое обучение (таблица 37).

Таблица 37 – Содержание темы «Основы программного управления станками с ЧПУ» и количество часов

Дидактические единицы содержания темы	Кол-во часов	
	Теоретическое обучение	Практическое обучение
Общие сведения о системах ЧПУ (Определения и терминология, цифровые коды в системах ЧП, код ISO-7bit, задачи, решаемые устройствами ЧПУ, классификация систем, обобщенная структурная схема системы CNC-типа и ее особенности).	2	2
Общие сведения о программном управлении (код ISO-7bit: основные G-коды, M-функции, специальные коды управляющих программ для системы ЧПУ Sinumerik, системы координат, способы создания управляющих программ).	2	2
Интерфейс и управление в системе ЧПУ Sinumerik (Управляющее окно системы ЧПУ Sinumerik, основные опции окна, функции, управляющие кнопки. Режимы работы системы ЧПУ Sinumerik. Основные вкладки управляющего окна и способы работы с ними).	2	2
Программирование токарной обработки в системе ЧПУ Sinumerik (Разработка управляющих программ. Специальные циклы программирования токарной обработки в системе ЧПУ Sinumerik: их параметры и способы применения. Графический редактор в системе ЧПУ Sinumerik и работа с ним).	2	2
Программирование фрезерной обработки в системе ЧПУ Sinumerik (Разработка управляющих программ. Специальные циклы программирования фрезерной обработки в системе ЧПУ Sinumerik: их параметры и способы применения. Графический редактор в системе ЧПУ Sinumerik и работа с ним).	2	2
Программирование токарно-фрезерной обработки в системе ЧПУ Sinumerik (Разработка управляющих программ. Специальные функции преобразования осей, изменения мастер-шпинделей при программировании токарно-фрезерной обработки в системе ЧПУ Sinumerik: их параметры и способы применения. Графический редактор в системе ЧПУ Sinumerik и работа с ним).	2	2
ИТОГО	12	12
ВСЕГО	24	

Рассмотренная тема ориентирована на формирования умения разрабатывать и корректировать управляющие программы обработки деталей на однотипных обрабатывающих центрах с ЧПУ, входящего в

анализируемую трудовую функцию. Далее разработаем перспективно-тематический план изучения данной темы.

Проектирование учебного процесса педагог осуществляет путем комбинации различных возможных сочетаний всех компонентов обучения, анализа этих комбинаций и дальнейшего выбора, с его точки зрения, наиболее оптимального варианта. Особенностью педагогического проектирования является то, что для осуществления одного и того же учебного процесса может быть предложено множество педагогических проектов, отвечающих различным индивидуальным (то есть своеобразным, присущим каждому педагогу) методическим системам.

На основе установленных целей обучения выбирают организационные формы и методы обучения. Так, например:

- при выборе организационных форм обучения. Общее знакомство с полным технологическим циклом производства можно проводить в форме экскурсии на предприятие. Умение проводить расчеты целесообразно формировать на уроках закрепления и совершенствования знаний и умений.

- при выборе методов обучения. Для обеспечения ознакомительного уровня не следует прибегать к проблемным методам, достаточно остановиться на объяснительно-иллюстративном методе организации познавательной деятельности учащихся. В тоже время, уровень умений достигается с помощью продуктивных методов организации познавательной деятельности. Кроме способа организации познавательной деятельности учащихся важно определить источник знаний и умений. Очевидно, что научить учащихся расчетам расхода материалов на изготовление единицы продукции можно только методом упражнений, так как объяснение и показ не позволят достигнуть уровня умений, ограничивая усвоение только уровнем репродукции полученных знаний. Определившись с организационной формой и методами обучения, педагог приступает к выбору средств обучения, с помощью которых предполагается реализовать

выбранные методы. Несомненно, педагог должен хорошо знать учебно-материальную базу образовательного учреждения с тем, чтобы интенсивно использовать все имеющиеся средства обучения. Фрагмент перспективно-тематического плана приведен в таблице 38.

Таблица 38 - Фрагмент перспективно-тематического плана темы «Основы программного управления станками с ЧПУ»

№	Тема занятия	Цели занятия	Методы обучения	Тип занятия	Средства обучения
1	2	3	4	5	6
1 (2 часа)	Системы ЧПУ Sinumerik	дидактические: сформировать у обучаемых знания: - основных типов систем ЧПУ, особенностей системы ЧПУ Sinumerik воспитательные: - воспитывать бережное отношение к оборудованию, развивающие: - развивать внимание, память, способность систематизировать факты	рассказ, беседа, демонстрация презентации, самостоятельная работа по заполнению рабочей тетради	Лекция	Проектор, ноутбук, презентация, рабочая тетрадь
2 (2 часа)	Схема системы ЧПУ Sinumerik	дидактические: сформировать у обучаемых знания: - основных типов систем ЧПУ, особенностей кода ISO-7bit - умения анализировать типовую схему системы ЧПУ Sinumerik воспитательные: - воспитывать бережное отношение к оборудованию, развивающие: - развивать волю при выполнении работы	рассказ, демонстрация презентации, самостоятельная работа по выполнению практического задания по составлению схемы системы ЧПУ Sinumerik	Практическое занятие	Проектор, ноутбук, Презентация, задания для занятия, открытая модель системы ЧПУ Sinumerik

Продолжение таблицы 38

1	2	3	4	5	6
3 (2 часа)	Общие сведения о программном управлении	дидактические: сформировать у обучаемых знания: - кода ISO-7bit, способов создания УП в системе ЧПУ Sinumerik воспитательные: - воспитывать бережное отношение к оборудованию, развивающие: - развивать наблюдательность и внимание	рассказ, беседа, демонстрация презентации, самостоятельная работа по заполнению рабочей тетради	Лекция	Проектор, ноутбук, презентация, рабочая тетрадь
4 (2 часа)	Разработка УП простейшей детали	дидактические: сформировать у обучаемых знания: - кода ISO-7bit, способов создания УП в системе ЧПУ Sinumerik - умения составлять УП в G-кодах вручную, без использования спец. циклов воспитательные: - воспитывать бережное отношение к оборудованию, развивающие: - развивать волю при выполнении работы	рассказ, демонстрация презентации, самостоятельная работа по выполнению практического задания по составлению УП	Практическое занятие	Проектор, ноутбук, Презентация, чертежи деталей, таблица G-кодов и M-функций
5 (2 часа)	Интерфейс системы ЧПУ Sinumerik	дидактические: сформировать у обучаемых знания: - управляющих окон системы ЧПУ Sinumerik, управляющих кнопок и режимов работы. воспитательные: - воспитывать бережное отношение к оборудованию, развивающие: - развивать наблюдательность и внимание	рассказ, беседа, демонстрация презентации, самостоятельная работа по заполнению рабочей тетради	Лекция	Проектор, ноутбук, презентация, рабочая тетрадь

Окончание таблицы 38

1	2	3	4	5	6
6 (2 часа)	Работа и окнами системы ЧПУ Sinumerik	дидактические: сформировать у обучаемых знания: управляющих окон системы ЧПУ Sinumerik, управляющих кнопок и режимов работы - умения работать с различными окнами системы. воспитательные: - воспитывать бережное отношение к оборудованию, развивающие: - развивать волю при выполнении работы	рассказ, демонстрация презентации, самостоятельная работа по выполнению практического задания работе с окнами в системе ЧПУ Sinumerik	Практическое занятие	Проектор, ноутбук, презентация, компьютер с системой ЧПУ Sinumerik

5.4. Разработка плана учебного занятия по теме «Системы ЧПУ Sinumerik»

Тема занятия «Системы ЧПУ Sinumerik»

Тип занятия – лекция (изучение новых знаний).

Цели учебного занятия:

Дидактические:

- сформировать знание основных типов систем ЧПУ;
- сформировать знания особенностей системы ЧПУ Sinumerik;
- сформировать знания элементной базы системы ЧПУ Sinumerik.

.Воспитательные:

- воспитывать бережное отношение к оборудованию.

Развивающие:

- развивать внимание, память, способность систематизировать факты

Методы обучения, используемые на учебном занятии:

Информационно-рецептивные методы: рассказ, беседа, демонстрация компьютерной презентации, иллюстрация основных теоретических положений.

Средства обучения, используемые на учебном занятии:

- компьютерная презентация
- рабочая тетрадь
- тест.

Главной особенностью восприятия информации является фактор необратимости ее потока. Каждый обучающийся может в любое время отвлечься от восприятия учебной информации, но проблема необратимости информационного потока неразрывно связана с проблемой обратной связи. В данном случае проблема обратной связи решается как входе беседы, так и в тестировании по окончании учебного занятия.

Общий план учебного занятия приведен в таблице 39.

Таблица 39 – План учебного занятия по теме «Системы ЧПУ Sinumerik»

Этап урока	Деятельность преподавателя	Деятельность учащихся
1. Организационный этап (5 минут);	Приветствие, проверка присутствующих, объявление темы и целей урока	Записывают тему, участвуют в переключке
2. Мотивационный этап (5 минут);	Мотивация обучаемых, сообщение им о рейтинге и рейтинговой системе, сообщение о важности данной темы	Слушают преподавателя, сверяются с собственным рейтингом.
3. Актуализация опорных понятий (15 минут);	Беседа с обучаемыми по вопросам, задаваемым на основании содержания предыдущих занятий. Задаёт 10 вопросов, выслушивает ответы обучаемых, поправляет, комментирует.	Отвечают на вопросы преподавателя, слушают его комментарии, вспоминают материал предыдущего урока.
4. Изучение нового материала (50 минут);	Излагает новый материал, выдает рабочие тетради, использует презентацию для иллюстрации учебного материала, задает иногда вопросы в ходе рассказа.	Слушают преподавателя, ведут конспект урока, заполняют листы рабочей тетради по презентации и рассказу преподавателя
5. Заключительный этап (15 минут).	В краткой беседе и с помощью небольшого теста контролирует первичный уровень понимания учебного материала, разъясняет непонятные вопросы, выдает домашнее задание.	Задают вопросы преподавателю, слушают его ответы и делают поправки в конспектах. отвечают на вопросы теста, записывают домашнее задание.

Основываясь на разработанном плане учебного занятия, разработаем сценарий учебного занятия по данной теме, а также презентацию учебного материала к данному занятию, которая приведена в приложении на диске.

Предлагаемая форма работы способствует обеспечению полного единства педагогической теории и творческой педагогической практики; наиболее полно удовлетворяет требованиям концепции активного обучения, по которой формированию знаний и умений предшествуют четыре этапа: уяснение целей и мотивов учения; первоначальное осознание общей ориентировки и дальнейшее наполнение ее конкретным содержанием деятельности; действия в материализованной (с моделями) или материальной (с изделиями) форме; действия в речевой форме.

Сценарий учебного занятия представим в виде таблицы (Таблица 40).

Таблица 40 – Сценарий учебного занятия по теме «Системы ЧПУ Sinumerik».

Этап урока	Деятельность преподавателя	Описание методики осуществления учебных действий
1	2	3
1. Организационный этап (5 минут);	«Здравствуйте, дорогие друзья; заняли свои места; прекратили разговоры; поприветствовали преподавателя; присаживайтесь. Сделаем перекличку; в это время не разговаривать, чтобы я слышал ответы учащихся, уберите со столов лишнее, приготовьте тетради, ручки».	Взаимное приветствие педагога и учащихся, проверка отсутствующих, (воспитание дисциплины; строгий голос, но в то же время доброжелательный настрой педагога и учащихся). Дать учащимся почувствовать, что педагог намерен работать продуктивно, без раскочки и соблюдение дисциплины обязательное условие для всех.
2. Мотивационный этап (5 минут);	«Напоминаю, что у нас действует система, когда каждый учащийся может набирать баллы в течение урока и получить итоговую оценку. Старайтесь использовать любую возможность, чтобы опередить других».	Объяснить требования к работе на уроке (методика создания рабочего настроения, дисциплины, добросовестного отношения к учебе).
3. Актуализация опорных понятий (15 минут);	Сегодня мы займемся изучением системы ЧПУ Sinumerik, но сначала мы вспомним материал предыдущего урока: Вопрос 1 для чего используется программное управление? Ответ: Обеспечения точных перемещений по УП Вопрос 2. Как по марке	Перейти к актуализации опорных знаний. Проводить устный фронтальный опрос. Вопрос задавать 2 раза, добиться, чтобы все учащиеся включились в работу. Выйти на середину аудитории, активизировать учащихся на последних столах.

Продолжение таблицы 40

1	2	3
	<p>определить группу и тип станка? Ответ. Первая цифра в марке – группа, вторая цифра – тип. Вопрос 3. Какие основные виды систем ЧПУ Вы можете назвать? Ответ. Системы ЧПУ CNS, DNC, PNC. Вопрос 4. Приведите примеры деталей типа тел вращения Ответ. Валы, втулки, колеса, катки, валики. Вопрос 5. Какие инструменты используют на станках с ЧПУ? Ответ. Токарные резцы, осевые инструменты для обработки отверстий, резьбонарезные инструменты. Иногда специальный инструмент – накатники, шариковые оправки. Молодцы. Я вижу, вы хорошо усвоили материал предыдущего занятия.</p>	<p>После каждого вопроса выходить в центр аудитории, ответы повторять и дополнять с помощью учащихся. Наблюдать и фиксировать кто и как отвечает на вопросы. Оценить самостоятельность, подсказывание, подглядывание, активность и пассивность. Вовремя опроса проходить в вдоль рядов, фиксируя чем занимаются учащиеся, при необходимости сделать замечания и спросить ответ на следующий вопрос. Отметить учащихся за хорошую работу, похвалить за выполнение домашнего задания, сделать замечания (методы поощрения и порицания).</p>
4. Изучение нового материала (50 минут);	<p>Преподаватель начинает рассказ о станке и включает презентацию. Преподаватель говорит о важности данной темы и подчеркивает необходимость изучения ее. Рассказ о системе ЧПУ Sinumerik: SINUMERIK 840D — полностью цифровая система для практически всех типов применений. Это системная платформа с прогрессивными функциями. Совместно с цифровым преобразователем SIMODRIVE 611D и ПЛК SIMATIC S7-300 SINUMERIK 840D представляет полностью цифровую систему, которая подходит для сложных задач обработки и демонстрирует высокий уровень динамики и точности. Во всем мире SINUMERIK 840D применяется для токарной обработки, сверления, фрезерования, шлифования, лазерной обработки, порезки, перфорации, изготовления оснастки и инструмента, как система</p>	<p>Слайд 1. Название темы урока. Учащиеся записывают тему в тетрадь.</p> <p>Слайд 2. Система ЧПУ Sinumerik. Комментарии слайда. Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.</p> <p>Слайд 3. Классификация систем ЧПУ Sinumerik. Комментарии слайда. Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.</p>

Продолжение таблицы 40

1	2	3
	<p>управления прессами, для высокоскоростного раскроя материалов, обработки древесины и стекла, транспортировки, складских задач.</p> <p>SINUMERIK 840D в модуле NCU (Numeric Control Unit — устройство числового управления) объединяет задачи ЧПУ, ПЛК и коммуникации. Установленный в каркас-носитель, NCU встраивается непосредственно в цифровую систему преобразования SIMODRIVE 611D, при этом он располагается справа, непосредственно у модуля питания-рекуперации.</p> <p>Варианты процессоров NCU и системное программное обеспечение дает возможность оптимальной адаптации к станку и к задаче обработки. Такой модульный принцип позволяет оснастить целый ряд станков различного типа.</p> <p>При помощи SINUMERIK 840D можно управлять максимум 31 осями/шпинделями. При максимальном использовании поддерживается до 10 каналов на каждую группу режимов работы и максимум 12 осей/шпинделей на каждый канал. Каждый канал может иметь свою собственную группу режимов работы.</p> <p>SINUMERIK 840D позволяет просто и экономично обеспечить высокоэффективную защиту обслуживающего персонала и станков благодаря встроенным сертифицированным функциям защиты.</p> <p>Все NCU изначально имеют встроенное подключение 4 быстрых цифровых входов/выходов ЧПУ.</p> <p>Возможно объединение нескольких систем управления в одну.</p> <p>К SINUMERIK 840D можно подключить следующие компоненты:</p>	<p>Слайд 4. Структура системы ЧПУ Sinumerik.</p> <p>Комментарии слайда.</p> <p>Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.</p> <p>Слайд 5. Система ЧПУ SINUMERIK 840D sl.</p> <p>Комментарии слайда.</p> <p>Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.</p> <p>Слайд 6. Контроллеры системы ЧПУ SINUMERIK 840D sl.</p> <p>Комментарии слайда.</p> <p>Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.</p> <p>Слайд 7. Контроллеры системы ЧПУ SINUMERIK 840D sl.</p> <p>Комментарии слайда.</p> <p>Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.</p>

Продолжение таблицы 40

1	2	3
	<p>панель оператора с PCU или модулем ММС и станочный пульт SIMATIC OP7/OP17</p> <p>кнопочный пульт PP 031-МС</p> <p>ручной пульт управления BHG, тип В-MPI</p> <p>ручной терминал SINUMERIK HT 6</p> <p>ручное программирующее устройство PHG, тип MPI</p> <p>ручной мини-пульт</p> <p>периферия SIMATIC S7-300</p> <p>простой периферийный модуль EFP</p> <p>периферийный модуль PP 72/48</p> <p>терминальный блок NCU с компактными модулями DMP</p> <p>2 маховика, 2 измерительных щупа и по 4 быстрых входа/выхода ЧПУ посредством распределителя кабелей</p> <p>децентрализованная периферия ПЛК, подключенная через PROFIBUS-DP</p> <p>модуль оцифровки</p> <p>цифровой привод SIMODRIVE 611D</p> <p>программатор, например, FieldPG</p> <p>двигатели 1FK6, 1FT6, 1FN, 1PH, 1FE1 и 1LA.</p> <p>УЧПУ SINUMERIK 840D</p> <p>объединяет на одном модуле NCU задачи ЧПУ (геометрии-ческая и технологическая), PLC (управление электроавтоматикой станка, т.е. логическая задача) и коммуникации (диагностика и терминальная задачи).</p> <p>Высокопроизводительный многопроцессорный модуль NCU после установки в NCU-Box напрямую интегрируется в цифровую линейку приводов SIMODRIVE 611. Все NCU имеют подключение 4-х быстрых цифровых входов/выходов ЧПУ. Другие скоростные входы/выходы могут быть подключены через терминальные</p>	<p>Слайд 8. Структура аппаратных средств системы ЧПУ SINUMERIK 840D sl.</p> <p>Комментарии слайда.</p> <p>Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.</p> <p>Слайд 9. Функции и возможности SINUMERIK 840D sl</p> <p>Комментарии слайда.</p> <p>Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.</p>

Продолжение таблицы 40

1	2	3
	<p>блоки NCU на приводной шине. В объем поставки всех NCU включен кабель приборной шины и конечный штекер приводной шины.</p> <p>Панель оператора SINUMERIK OP 010C с цветным дисплеем TFT 10,4” и размером графического экрана 640 x 480 пикселей (VGA) имеет оптимизированную для программирования программ обработки деталей пленочную клавиатуру с 62 клавишами и 8 + 4 горизонтальными и 8 вертикальными программными клавишами.</p> <p>Цифровые приводы. В системах ЧПУ SINUMERIK 810D, 840D используются приводы (D — digital), в которых сигнал от ЧПУ передается по специальной цифровой шине. В каждом модуле привода имеется процессор, который выполняет задачи по управлению приводом и разгружает центральный процессор ЧПУ для других целей. Основными достоинствами цифровых приводов являются: • минимальное приводное время (время, через которое производится контроль положения) - 0,125 мс; • высокая разрешающая способность — 4,2 млн. импульсов на один оборот двигателя; • большой диапазон регулирования скорости (примерно в 50 раз больше по сравнению с аналоговыми приводами); • высокие динамические характеристики.</p> <p>Цифровое управление приводами позволяет повысить производительность станка и улучшить качество детали. Кроме того, улучшаются сервисные возможности: • настройка привода через параметры, вводимые через ММС-процессор (без традиционных вольтметров и осциллографов,</p>	<p>Слайды 10,11,12.</p> <p>Графический интерфейс управления SINUMERIK 840D sl.</p> <p>Комментарии слайда.</p> <p>Учащиеся заполняют рабочую тетрадь</p> <p>Слайд 13. Приводы SINUMERIK 840D sl.</p> <p>Комментарии слайда.</p> <p>Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.</p> <p>Слайд 14. Двигатели SINUMERIK 840D sl.</p> <p>Комментарии слайда.</p> <p>Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.</p>

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.572 ПЗ

Лист

10

Продолжение таблицы 40

1	2	3
	<p>необходимых для настройки аналоговых приводов); • автоматическая оптимизация приводов, позволяющая более точно и быстро адаптировать приводы к механике станка; • представление информации о состоянии привода (температура, нагрузка и связь осей в системе координат станка MCS Эта опция необходима, чтобы соединения осей, которые реализуются в базовой системе координат, могли использоваться также для трансформаций. В системе координат станка связь выполняется 1:1. Задействованные оси после сброса могут конфигурироваться заново. Для станков с обрабатывающими головками, движущимися отдельно друг от друга, при которых должна активироваться одна трансформация, оси ориентирования не могут связываться стандартными способами соединения (COUPON, TRAILON). Задействованные в соединении оси определяются через осевой машинный параметр, который актуализируется клавишей RESET. Тем самым, существует возможность заново определять осевые пары во время режима работы и включать/выключать через языковую команду ЧПУ. Чтобы защитить обрабатывающие головки от столкновения, можно установить защиту от столкновения и активировать ее, на выбор, через параметр станка или интерфейс VDI. SINUMERIK это надежная, комплексная система, предлагающая стандартизированные решения, надежно защищающие Ваши инвестиции. Непрерывный диалог с пользователем при программировании и управлении, а также высокая</p>	<p>Слайд 15. Сенсорные модули SINUMERIK 840D sl. Комментарии слайда. Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.</p> <p>Слайд 16. Пуско-наладка в системе SINUMERIK 840D sl. Комментарии слайда. Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.</p> <p>Слайд 17. Пуско-наладка в системе SINUMERIK 840D sl. Комментарии слайда. Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.</p>

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.572 ПЗ

Лист

10

Окончание таблицы 40

1	2	3
	безопасность для персонала и оборудования имеет первостепенное значение. Интеллектуальные функции в программировании и управлении обеспечивают наивысшую компетенцию в технологии.	
5. Заключительный этап (15 минут).	<p>Есть ли вопросы ко мне. Давайте я отвечу на ваши вопросы.</p> <p>Выдача кратких тестов для проверки уровня первичного усвоения материала.</p> <p>Пятиминутная проверка усвоения материала.</p> <p>Выдача домашнего задания.</p> <p>Повторить по рабочей тетради и учебнику соответствующую главу.</p>	<p>Осведомляется о наличии вопросов и отвечает на вопросы учащихся с привлечением слайдов презентации.</p> <p>Учащиеся работают с краткими тестами.</p>

5.5. Разработка методического обеспечения

Также разработаем учебную презентацию, которая используется как средство интерактивной технологии обучения операторов обрабатывающих центров с ЧПУ.

Мультимедийные презентации используются для того, чтобы выступающий смог на большом экране или мониторе наглядно продемонстрировать дополнительные материалы к своему сообщению: видеозапись химических и физических опытов, снимки полевых изысканий, чертежи зданий и сооружений, календарные графики замеров температуры и др. Эти материалы могут также быть подкреплены соответствующими звукозаписями.

Учебная компьютерная презентация – программное средство, которое приоритетно используется для сопровождения объяснения нового материала, педагогически целесообразно представляет содержание учебного материала в наглядном виде и обеспечивает реализацию методической системы учителя.

Учебная компьютерная презентация является эффективным средством повышения качества обучения в школе за счет своего дидактического потенциала, заключающегося в следующих возможностях:

- образное оснащение сложных и абстрактных понятий на основе мультимедийности;
- интерактивность обучения, обеспечивающая управление учебным процессом и создающая условия для осуществления различных видов учебной деятельности при объяснении нового материала за счет динамики предъявления информационных объектов на слайдах и навигации;
- мобильность и упрощение организации переходов от одного вида наглядности к другому при объяснении нового материала посредством интеграции в презентации различных видов информации;
- централизация управления процессом обучения;
- оперативность обновления и изменения содержания обучения в соответствии с быстрыми темпами развития науки, представленной в школьном курсе.

Рекомендации по созданию презентации. общие требования к презентации: презентация не должна быть меньше 10 слайдов.

Первый лист – это титульный лист, на котором обязательно должны быть представлены: название проекта; название выпускающей организации; фамилия, имя, отчество автора; учреждение, где работает автор проекта и его должность.

Следующим слайдом должно быть содержание, где представлены основные этапы (моменты) урока-презентации. Желательно, чтобы из содержания по гиперссылке можно перейти на необходимую страницу и вернуться вновь на содержание.

Дизайн-эргономические требования: сочетаемость цветов, ограниченное количество объектов на слайде, цвет текста.

В презентации необходимы импортированные объекты из существующих цифровых образовательных ресурсов. К данному ресурсу имеются учебно-методические рекомендации для педагогов. Вновь же пришедшие цифровые образовательные ресурсы, в основном, сложны в управлении, требуют от преподавателя дополнительных серьёзных знаний в области информатики и ИКТ);

Последними слайдами урока-презентации должны быть глоссарий и список литературы.

Чтобы презентация хорошо воспринималась слушателями и не вызывала отрицательных эмоций (подсознательных или вполне осознанных), необходимо соблюдать правила ее оформления.

Презентация предполагает сочетание информации различных типов: текста, графических изображений, музыкальных и звуковых эффектов, анимации и видеофрагментов. Поэтому необходимо учитывать специфику комбинирования фрагментов информации различных типов. Кроме того, оформление и демонстрация каждого из перечисленных типов информации также подчиняется определенным правилам. Так, например, для текстовой информации важен выбор шрифта, для графической — яркость и насыщенность цвета, для наилучшего их совместного восприятия необходимо оптимальное взаиморасположение на слайде. После создания презентации и ее оформления, необходимо отрепетировать ее показ и свое выступление, проверить, как будет выглядеть презентация в целом (на экране компьютера или проекционном экране), насколько скоро и адекватно она воспринимается из разных мест аудитории, при разном освещении, шумовом сопровождении, в обстановке, максимально приближенной к реальным условиям выступления.

Заключение методической части

В методической части проведен анализ Профессионального стандарта № 530н «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» и проведено педагогическое проектирование учебного процесса по теме «Основы программного управления станками с ЧПУ». Занятия ведутся на базе НОЧУ ДПО «Институт опережающего образования»), расположенного в г. Екатеринбурге по адресу ул. Артинская, 4. В выпускной квалификационной работе разработан перспективно-тематический план, выделено учебное занятие по теме «Система ЧПУ Sinumerik», разработан план учебного занятия и презентация в качестве методического обеспечения учебного занятия, как основное средство реализации интерактивной образовательной технологии.

Таким образом в методической части решены все задания педагогического проектирования, предусмотренные во введении.

					ДП 44.03.04.572 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей выпускной квалификационной работе совершенствуется технологический процесс изготовления детали «Корпус гидроцилиндра шибера затвора». Совершенствование технологического процесса изготовления детали ведется с применением современного станка с числовым программным управлением T7AM, а также применения современного металлорежущего инструмента зарубежной фирмы Sandvik Coromand и выбраны рекомендуемые режимы резания. Так же был разработан фрагмент управляющей программы.

В методической части дипломного проекта проанализирован профессиональный стандарт «Оператор-наладчик обрабатывающих центров» и представлена разработка занятия для переподготовки токарей 4 разряда на операторов станков с ЧПУ 3 разряда. По одной из тем образовательного курса разработано занятие с использованием презентации. В экономической части дипломного проекта выполнен расчет экономической эффективности от совершенствования базового тех процесса.

Таким образом, в ходе дипломного проектирования был усовершенствован технологический процесс механической обработки детали «Корпус гидроцилиндра шибера затвора», что является достижением поставленной цели.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. М.: Машиностроение, 1966. 650 с.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора–машиностроителя: В 3 т. Т.1. 6-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1982. 736с.
3. Бородина Н.В., Горонович М.В., Фейгина М.И. Подготовка педагогов профессионального обучения к перспективно-тематическому планированию: модульный подход: Учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во Рос.гос.проф.-пед. ун-та, 2002. 260с.
4. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков: Справочник. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1979. – 303 с., ил.
5. ГОСТ 26645-85 Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку.
6. Козлова Т.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 2001. 169 с.
7. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов/Л.В. Худобин, В.Ф. Гурьянихин, В.Р. Берзин. – М.: Машиностроение, 1989. 288 с.
8. Обработка металлов резанием: Справочник технолога /А.А.Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. ред. А.А. Панова. – М.: Машиностроение, 1988. 736 с.
9. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущем станке. В 2 ч. М.: Машиностроение, 1974. 416с.
- 10.Общемашиностроительные нормативы вспомогательного времени и времени на обслуживание на металлорежущих станках. М.: Экономика, 1988. 366с.

11. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. М.: Машиностроение, 1974. 136с.

12. Справочник технолога-машиностроителя. В2-х т. Т.1/Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова – 4-е изд., переаб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. 656с.

13. Справочник технолога-машиностроителя. В2-х т. Т.2/Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова – 4-е изд., переаб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. 496с.

14. Станочные приспособления: Справочник, В 2-х т. /Ред. совет: Б.Н. Вардашкин (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1984. – Т. 1 /Под ред. Б.Н. Вардашкина, А.А. Шатилова, 1984. 592 с., ил.

15. Станочные приспособления: Справочник, В 2-х т. /Ред. совет: Б.Н. Вардашкин (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1984. – Т. 2 /Под ред. Б.Н. Вардашкина, В.В. Данилевского, 1984. 656 с., ил.

16. Техничко-экономические расчеты в выпускных квалификационных работ (дипломных проектах): Учебн. Пособие / Авт.-сост. Е.И. Чучкалова, Т.А. Козлова, В.П. Суриков. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2006. 66 с.

17. Эрганова Н.Е. Методика профессионального обучения: Учеб. пособие. 3-е изд., испр. и доп. – Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2004. – 150 с.

Приложение А

					ДП 44.03.04.572 ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Приложение Б

Наименование документа	Обозначение документа	Формат	Кол-во листов
1. Чертеж заготовки	ДП 44.03.04.572.01	A1	1
2. Чертеж детали корпус гидроцилиндра	ДП 44.03.04.572.02	A1	1
3. Технологический эскиз оп. 005	ДП 44.03.04.572	A1	2
4. Технологический эскиз оп. 010	ДП 44.03.04.572	A1	2
5. Управляющая программа	ДП 44.03.04.572	A1	1

Фрагмент учебной программы на тему: «Основы программного управления станками с ЧПУ».

Слайд1. Тема учебного занятия

Тема учебного занятия «Система ЧПУ Sinumerik»



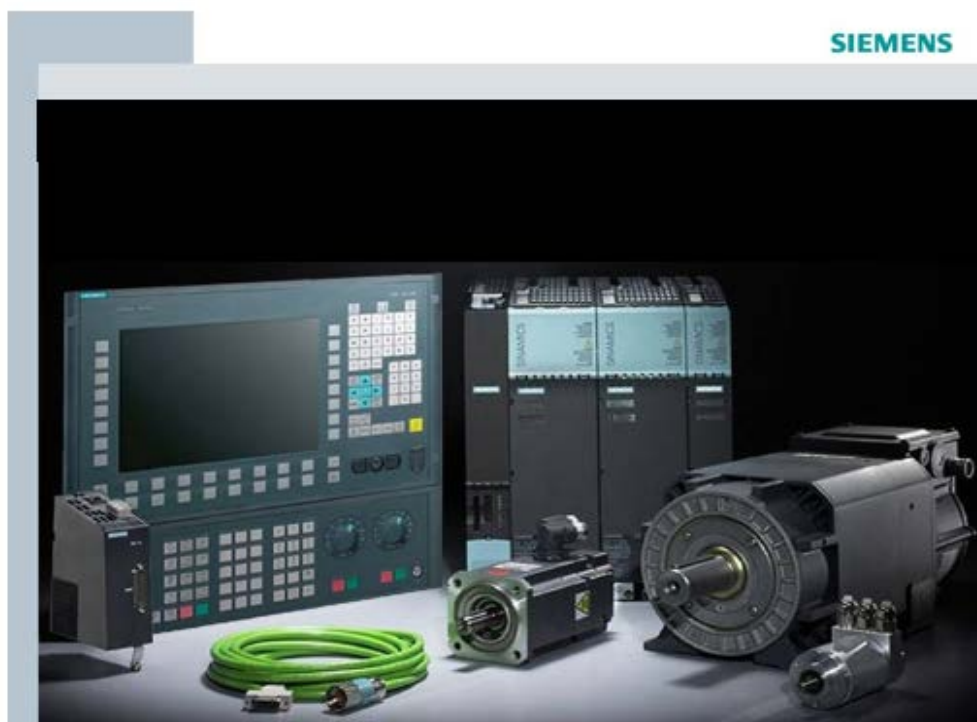
Цели учебного занятия:

- сформировать знание основных типов систем ЧПУ;
- сформировать знания особенностей системы ЧПУ Sinumerik;
- сформировать знания элементной базы системы ЧПУ Sinumerik.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Слайд 2.

Система ЧПУ Sinumerik



Слайд 3.

Классификация систем ЧПУ Sinumerik



SINUMERIK 802D sl

- Система ЧПУ для стандартных станков
- Токарная обработка, фрезерование и шлифование
- Компактное панельное ЧПУ
- До 4 осей + 1 шпиндель или 3 оси + 2 шпинделя плюс 1 PLC вспомогательная ось, 1 канал



SINUMERIK 810D

- Система ЧПУ для компактных станков
- Токарная обработка, фрезерование и шлифование
- Компактная система ЧПУ с встроенной приводной системой SIMODRIVE
- До 6 осей / 2 шпинделей / 2 каналов



SINUMERIK 840D sl

- Система ЧПУ для требовательных решений
- Универсальная для всех технологий
- Модульная, наращиваемая универсальная система управления с высокоэффективными приводами SINAMICS
- Имеется также ПК-интегрированное решение 840Di sl
- До 31 оси / шпинделей / 10 каналов

Асинхронные, синхронные, тороидальные, линейные двигатели, шпиндели и мотор-шпиндели



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.572 ПЗ

Лист

11

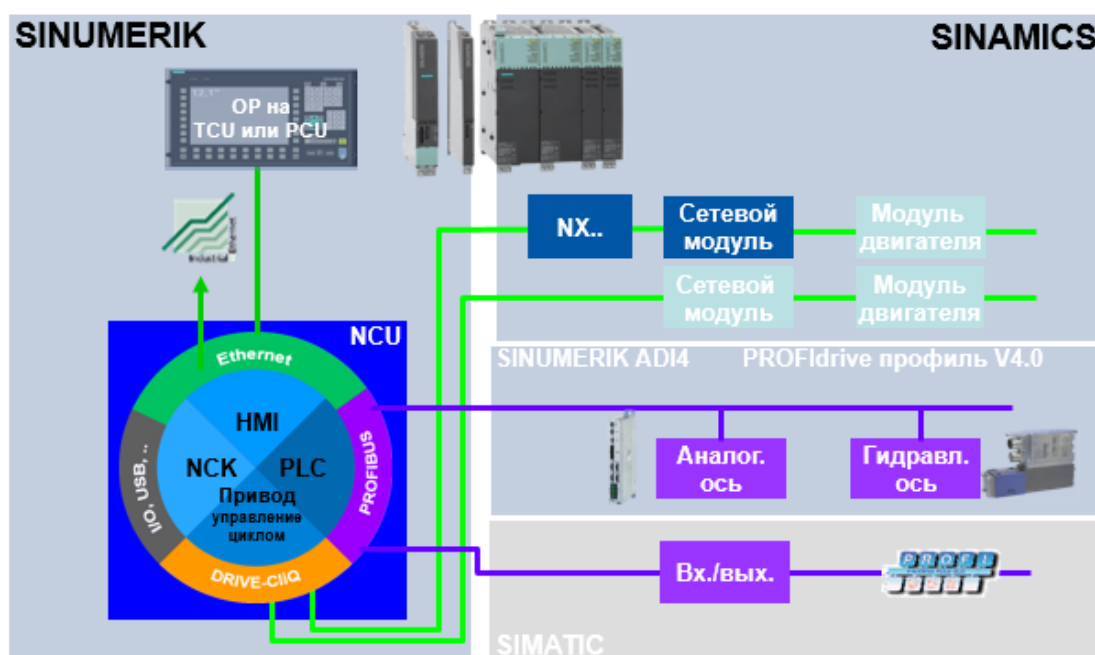
Слайд 4.

Структура системы ЧПУ Sinumerik



Слайд 5.

Система ЧПУ SINUMERIK 840D sl



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

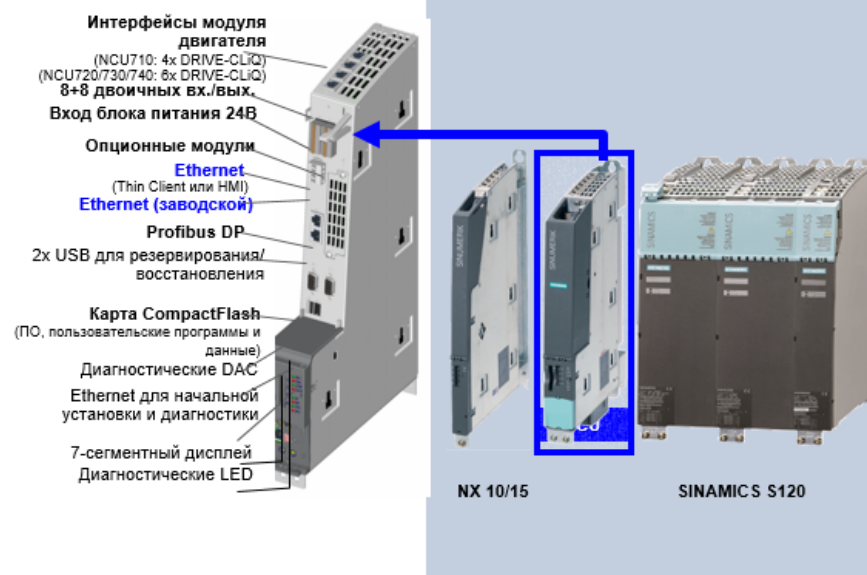
ДП 44.03.04.572 ПЗ

Лист

11

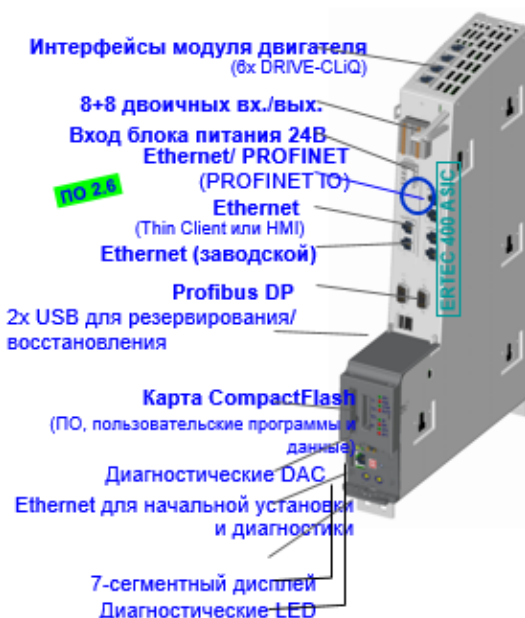
Слайд 6.

Контроллеры системы ЧПУ SINUMERIK 840D sl



Слайд 7.

Контроллеры системы ЧПУ SINUMERIK 840D sl



Производительность PLC прил. в **10 раз быстрее**, чем у NCU 710.2, NCU 720.2, NCU 730.2

Обычное время обработки **0,03 мс/КА** для словесных команд

Обычное время обработки **0,01 мс/КА** для битовых команд

(1 КА = 1024 команд, примерно соответствует 3 Кб)

Память PLC
(GA 512 Кб, макс. **1536 Кб**)

Поддерживаемый аппаратными средствами режим реального времени для PROFINET (не IRT)

- Интерфейс IE/PROFINET много протоколов (PN IO, CBA, ...)

Меньшее время такта станка, PROFINET

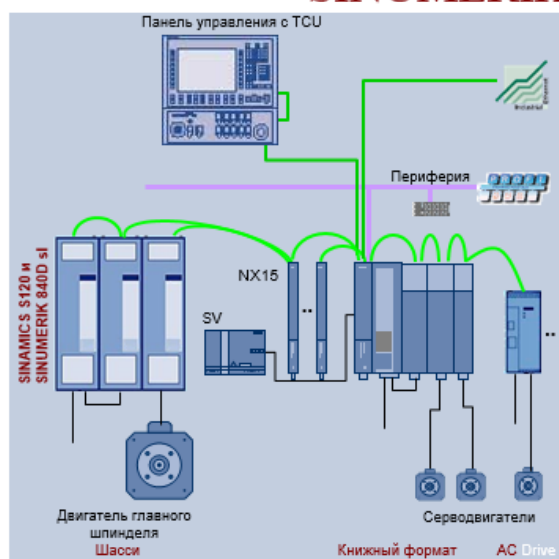
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ДП 44.03.04.572 ПЗ

Лист

11

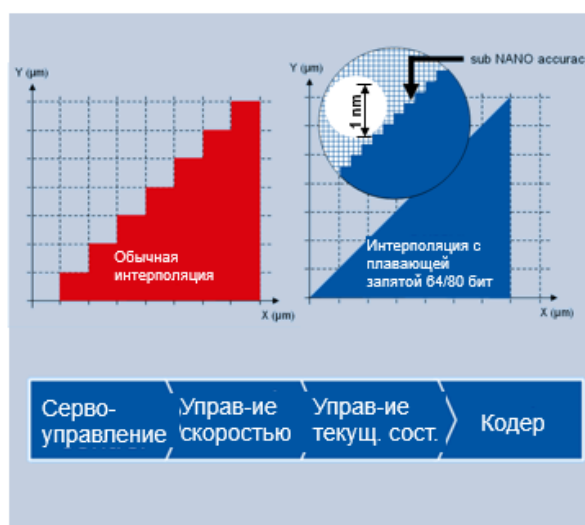
Структура аппаратных средств системы ЧПУ SINUMERIK 840D sl



- Базовая версия 840D sl
- Панель управления с адаптивным TCU
- Более высокая мощность для производительности HMI
- Панель управления с адаптивным PCU 50.3
- или как опция:
- PCU 50.3 в электрошкафе и панель управления с адаптивным TCU
- Дополнительные оси для модульных станков
- Гибкая организация с приводными решениями AC Drive
- Более высокие мощности для двигателей
- благодаря комбинации с исполнением в формате шасси

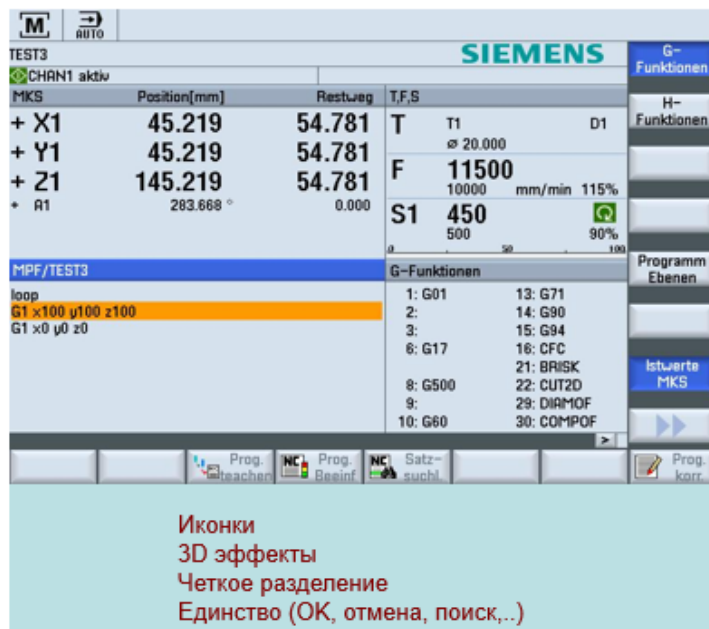
Функции и возможности SINUMERIK 840D sl

- SINUMERIK и
- SINAMICS производят вычисления с производительной 80бит IEEE floating point accuracy
- (точность плавающей запятой)
- Это гарантирует единую внутреннюю точность менее нанометра, начиная с интерполятора и заканчивая оценкой данных датчиков.



Слайд 10.

Графический интерфейс управления SINUMERIK 840D sl

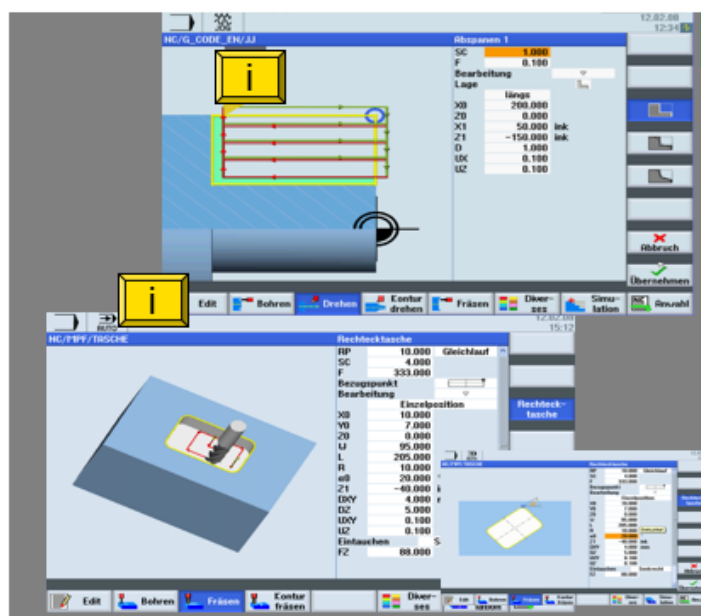


Современный и открытый

- HMI sl интегрирован в ПО NCU
- Многоканальный графический интерфейс управления, выходящий за рамки одной технологии, для управления станком, программирования, диагностики и пуско-наладки
- Возможность установки технологии по каналам (токарная обработка/ фрезерование/универсальная технология)
- При токарной обработке и фрезеровании можно определить по одной дополнительной (суб-) технологии, например, токарный станок фрезерует

Слайд 11.

Графический интерфейс управления SINUMERIK 840D sl

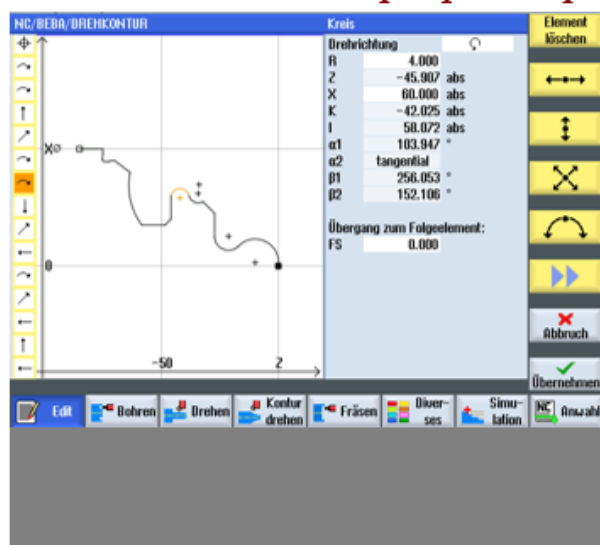


Окна справки

- Анимированная графика
- 3D изображение
- В зависимости от контекста

Слайд 12.

Графический интерфейс управления SINUMERIK 840D sl Программирование контуров



Программирование контуров

- Свыше 256 геометрических элементов
- Неопределенные элементы вычисляются автоматически
- Индикация масштабируется автоматически
- Имеется в programGUIDE
- Преобразователь DXF в режиме офф-лайн

Каждый контур вводится непосредственно на станке

Слайд 13.

Приводы SINUMERIK 840D sl

- **Применение**
- Одноосевое устройство с нерегулируемым питанием, включая регулирование
- Дополнительные оси с подключением DRIVE-CLiQ
- **Классы мощности**
- 0,250 – 1,1 кВт с сетевым подключением 1 AC 200 – 240 В
- 0,37 – 90 кВт с сетевым подключением 3 AC 380 – 480 В
- **Может использоваться с SINUMERIK 840D sl**
- **без Safety Integrated**



AC Drives для одноосевых устройств и дополнительных осей

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.572 ПЗ

Лист

11

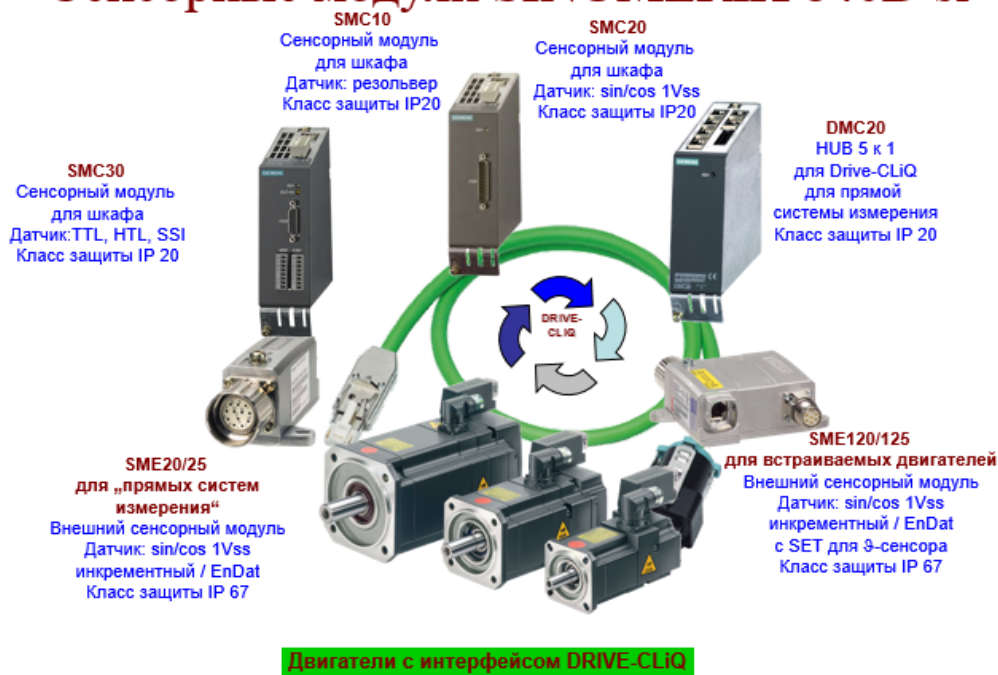
Слайд 14.

Двигатели SINUMERIK 840D sl

Серво-двигатели	Редукторные двигатели	Линейные двигатели	Тороидальные двигатели	Шпиндели	Специальные двигатели
Традиционные ротационные серводвигатели/двигатели подачи	Серводвигатели с ■ цилиндрическим редуктором ■ плоским редуктором ■ коническим редуктором ■ червячным редуктором ■ планетарным редуктором	Непосредственные приводы для высокоточных задач позиционирования и управления движением на линейных осях	Непосредственные приводы для ротационных осей	Шпиндели и шпиндельные приводы для станков	Двигатели для специфических задач разных отраслей/заказчиков
					
Для каждой задачи подходящий двигатель					

Слайд 15.

Сенсорные модули SINUMERIK 840D sl



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.572 ПЗ

Лист

12

Пуско-наладка в системе SINUMERIK 840D sl



Достоинства системы ЧПУ SINUMERIK 840D sl

- децентрализованное и простое построение системы через Ethernet, PROFINET и PROFIBUS
- масштабирование в аппаратных и программных средствах
- новый интерфейс управления SINUMERIK Operate объединяет практичность и функциональность
- открытость в интерфейсе, ЧПУ или PLC
- диагностика через DRIVE-CLiQ уровня компонентов
- быстрый ввод в эксплуатацию через автоматическую идентификацию компонентов привода (Plug and Run)
- функции безопасности для защиты персонала и оборудования с SINUMERIK Safety Integrated



Достоинства системы ЧПУ SINUMERIK 840D sl

- децентрализованное и простое построение системы через Ethernet, PROFINET и PROFIBUS
- масштабирование в аппаратных и программных средствах
- новый интерфейс управления SINUMERIK Operate объединяет практичность и функциональность
- открытость в интерфейсе, ЧПУ или PLC
- диагностика через DRIVE-CLiQ уровня компонентов
- быстрый ввод в эксплуатацию через автоматическую идентификацию компонентов привода (Plug and Run)
- функции безопасности для защиты персонала и оборудования с SINUMERIK Safety Integrated



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата